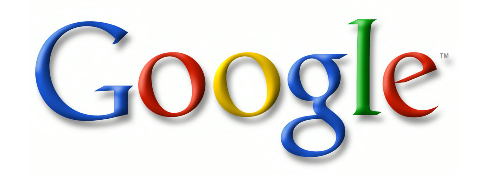
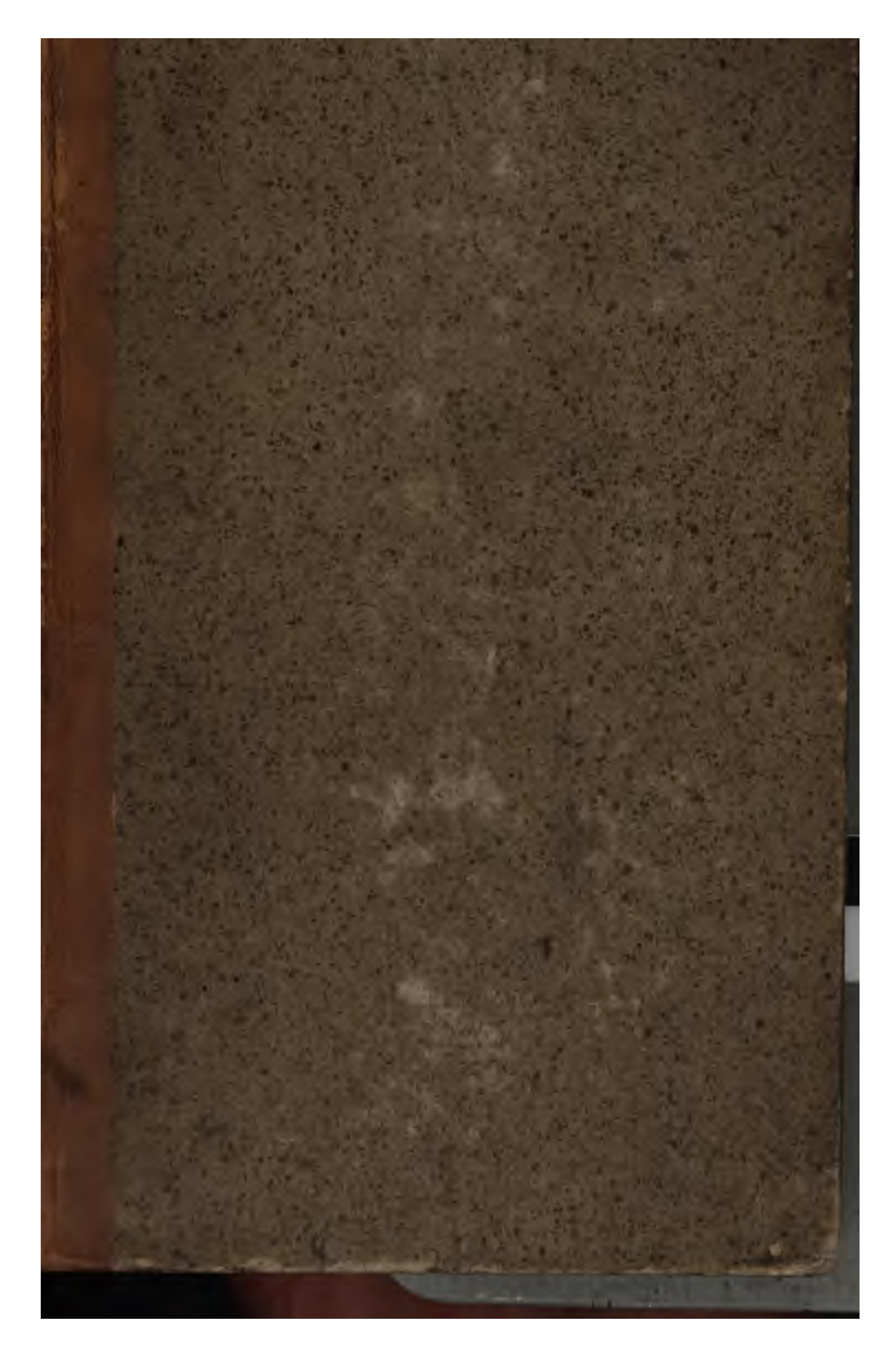




THÉORIE
DE
LA TERRE.

TOME PREMIER.

THÉORIE

DE

LA TERRE;

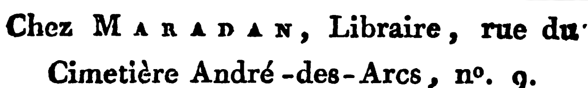
PAR JEAN-CLAUDE DELAMÉTHERIE.

Sed quibus ille modis conjectus materiaï
Fundârit cœlum ac terram, pontique profunda,
. . . . Ex ordine ponam.

LUCRET. lib. V, verſ. 397.

TOME PREMIER.

A PARIS,


Chez MARADAN, Libraire, rue du Cimetière André-des-Arcs, nº. 9.

L'AN III DE LA RÉPUBLIQUE,

1795 (vieux ſtyle).

INTRODUCTION.

QUOIQUE nos connoiſſances ne ſoient peut-être pas encore aſſez avancées pour donner une Théorie complette de notre globe, néanmoins la maſſe des faits, qu'ont recueilli les obſervateurs, eſt ſi conſidérable, qu'il eſt différentes parties ſur leſquelles on peut prononcer avec certitude. On a des probabilités ſatisfaiſantes ſur pluſieurs autres. Quelques-unes enfin exigent de nouveaux faits, de nouvelles obſervations, de nouvelles expériences.

Un Philoſophe, ami de la vérité, qui, d'après ces données, écrira l'Hiſtoire de la Terre, en diſtinguant ſoigneuſement les faits AVÉRÉS, ceux qui ſont PROBABLES, & ceux qui ſont encore DOUTEUX, pourra avancer la ſcience. Les Obſervateurs confirmeront les faits *avérés*, vérifieront ceux qui ſont *pro-*

bables ou *douteux*, & leur marche sera plus sûre. Tel est le but que je me suis proposé.

Il y a un grand nombre d'années que je m'occupe de ces objets. Mes premiers essais parurent en 1778 (*Principes de la Philosophie-Naturelle*, première Edition); mais depuis ce tems, la masse des faits a augmenté. Plusieurs savans Géologues ont publié leurs observations, & ont donné leurs opinions. La Chimie a porté le flambeau de l'analyse sur un grand nombre de substances. Toutes les parties de la Minéralogie ont été perfectionnées: enfin les discussions savantes, qui se sont élevées depuis quelques années sur cette matière, l'ont éclaircie. J'ai puisé dans toutes ces sources pour donner des développemens à mon opinion.

Car je crois que les bases principales en sont prouvées par les faits. Il n'y a que quelques détails qui aient besoin d'éclaircissemens. Mais la grande vérité de la formation de

l'univers entier, & de notre globe en particulier, par la criſtalliſation générale, opérée par les choix d'élection, peut être regardée comme démontrée. Les affinités que ſuivent toutes les matières minérales dans leurs arrangemens ; les formes régulières qu'elles affectent conſtamment..... en ſont des preuves inconteſtables.

Cette criſtalliſation ſuppoſe une diſſolution par les eaux : & par une conſéquence néceſſaire, il faut que ces eaux aient couvert tout le globe, & qu'elles aient ſurpaſſé les plus hautes montagnes d'une quantité conſidérable. Car la maſſe des minéraux qui ont été diſſous, & le volume de diſſolvans que chacun d'eux exige, prouvent que les eaux ont dû s'élever à une grande hauteur.

Voilà des faits dont on ne peut plus s'écarter en Géologie.

Il eſt une remarque eſſentielle à faire, c'eſt que les connoiſſances acquiſes nous

ont ramenés au systême des Egyptiens, qui nous a été transmis par Moïse, par Thalès, & quelques autres Philosophes.

« Les eaux, disoient les anciens Sages, » couvroient d'abord tout le globe: elles » diminuèrent ensuite, & pénétrèrent dans » des *abîmes* ou cavernes: alors parurent » les continens, & furent produits les vé- » gétaux & les animaux ».

Ils ajoutoient que ces eaux pouvoient sortir de ces abîmes en différentes occasions; qu'elles produisoient des déluges, & qu'enfin ces eaux disparoîtroient de dessus la surface de la terre, & que le globe s'embraseroit.

Ces peuples étoient si instruits, que nos plus belles découvertes modernes nous font appercevoir chaque jour qu'elles leur étoient connues.

Ils avoient observé les coquilles & les débris des êtres organisés dans toutes les couches secondaires; d'où ils avoient conclu,

avant nous, que la mer avoit couvert tous ces terreins, long-tems après la formation des êtres vivans. Cette opinion fut portée par Thalès chez les Grecs, & plusieurs de leurs Philosophes l'adoptèrent. Elle fut bientôt généralement reçue: & Ovide la rendit presque populaire par ces beaux vers: *Métamor. Lib. XV.*

Nihil equidem durare diù sub imagine eadem
Crediderim: sic ad ferrum venistis ab auro
Secula: sic toties versa est fortuna locorum:
Vidi ego quod fuerat quondam solidissima tellus
Esse fretum. Vidi factas ex æquore terras,
Et procul à pelago conchæ jacuêre marinæ:
Et vetus est inventa montibus anchora summis.
Quodque fuit campus, vallem decursus aquarum
Fecit: & eluvie mons est deductus in æquor.

On retrouve cette doctrine des Egyptiens chez la plupart des nations, particulièrement chez les auteurs grecs les plus anciens.

VÉNUS, qu'on regardoit comme la Déesse de la reproduction, étoit sortie du sein des eaux.

HOMÈRE exprimoit la même idée lorsqu'il dit :

Ὠκεανόν τε θεῶν γένεσιν.

« L'Océan est père (*Genesis*) des Dieux ». *Iliad. Liv. XIV, vers.* 200.

HÉSIODE, dans sa Théogonie, dit que l'Océan est père de toutes choses.

ORPHÉE, dans son hymne à l'Océan, dit :

Ὠκεανὸν καλέω, πατέρ' ἄφθιτον αἰὲν ἐόντα,
Ἀθανάτων τε θεῶν γένεσιν θνητῶν τ' ἀνθρώπων.

« J'appelle l'Océan père incorruptible,
» toujours existant, l'origine (*Genesis*) des
» Dieux immortels & des Hommes ».

Une autre opinion étoit très-répandue dans l'Asie; c'étoit celle des Brames qui croyoient que le feu avoit d'abord embrasé la terre. Cette doctrine paroît avoir été celle de Zerdhust ou Zoroastre & des Mages. Elle fut ensuite soutenue par les Stoïciens, & plusieurs autres Philosophes de la Grèce. Elle a été renouvelée dans ces derniers tems par

DESCARTES, par LÉIBNITZ, par BUFFON.....

JUSTIN a exposé ces deux opinions d'une manière très-claire. En parlant des Scythes ; il agite la question de savoir s'ils sont plus anciens que les Egyptiens, & il dit :

« Cæterum si mundi partes aliquandò
» unitas fuit, sive *illuvies aquarum* PRIN-
» CIPIO RERUM *terras obruptas tenuit*,
» sive *ignis qui & mundum genuit*, *cuncta*
» *possedit*, utriusque primordii Scythas ori-
» gine præstare. *Lib.* II, *cap. I.*

» .... Soit qu'AU COMMENCEMENT
» DES CHOSES *les eaux couvrissent toutes*
» *les terres*, soit que *le feu*, qui a engendré
» l'univers, *occupât tout le globe*, les Scythes
» paroissent antérieurs aux Egyptiens ».

Les notions astronomiques sont absolument nécessaires pour traiter de la Théorie du Globe, parce que ses mouvemens généraux doivent influer sur les phénomènes

géologiques. Or jamais l'Aſtronomie n'a été à un plus haut point de perfection qu'aujourd'hui. Elle nous fournira donc des lumières précieuſes, que je préſenterai au Lecteur d'une manière ſuccincte, en l'invitant à recourir aux ſources mêmes.

Les phénomènes du Magnétiſme, des aurores pôlaires.... quoiqu'encore peu connus, doivent certainement donner des notions intéreſſantes ſur la Géologie. J'ai donc expoſé quelles étoient à cet égard nos connoiſſances actuelles.

Enfin, c'eſt par la réunion de toutes ces lumières, que nous pouvons découvrir les moyens que la nature a employés dans la formation du Globe que nous habitons; j'expoſerai les faits d'une manière ſimple, claire & préciſe, écartant ſoigneuſement toute phraſe oratoire qui pourroit éloigner de la vérité.

Cet Ouvrage ſera diviſé en deux parties principales.

La première traitera de chaque ſubſtance minérale en particulier, en donnera l'Hiſtoire & l'Analyſe chimique. Quelques Lecteurs trouveront peut-être ces détails un peu ſecs ; mais qu'ils n'oublient jamais que toute Théorie qui n'eſt pas appuyée par les faits, n'eſt plus qu'un jeu de l'imagination.

La ſeconde partie, fondée ſur les notions précédentes, traitera des phénomènes généraux. Je chercherai à y expliquer la formation particulière & générale des différentes ſubſtances minérales, pour remonter enſuite à celle du Globe lui-même.

Si je n'avois craint de donner trop d'étendue à cet Ouvrage, j'aurois ajouté une troiſième partie, qui n'eût été qu'un recueil de faits & d'obſervations, pour confirmer ceux qui y ſont rapportés. Mais je dois appréhender, plus que qui que ce ſoit, de fatiguer la patience du Lecteur.

TABLE DES CHAPITRES

DU TOME PREMIER.

ERRATA.

Pag. 57, *lign.* 18, *lisez* 12303200000.
Ibid. *lign.* 25, millions, *lisez* octillions.



THÉORIE DE LA TERRE.

DE LA CRISTALLISATION GÉNÉRALE DE LA MATIERE.

PARAGRAPHE PREMIER.

LA criſtalliſation doit être regardée aujourd'hui comme le principe fondamental des plus grands phénomènes de la nature. Tous les corps affectent conſtamment une figure particulière, lorſqu'ils ſont livrés à leur force propre, & que cette action n'eſt point troublée. Chaque ſubſtance ſaline, chaque pierre, chaque métal a une forme appropriée. Mais la criſtalliſation ſuppoſe la liquidité du corps qui criſtalliſe.

Sans entrer ici dans tous les détails de la criſtallographie, il ſuffira de rappeler que tous les phénomènes de la criſtalliſation ſont dus à deux cauſes principales.

§. II. La première eſt la figure primitive des molécules conſtituant, *mécaniquement*, chaque criſtal. J'ai rapporté toutes ces figures à trois principales.

La lame triangulaire.

La lame rectangulaire.

La lame rhomboïdale.

Chacune de ces lames peut varier dans ſes trois dimenſions : longueur, largeur, épaiſſeur.

Les lames triangulaires & rhomboïdales peuvent également varier quant à la valeur de leurs angles.

§. III. La ſeconde cauſe qui influe ſur la criſtalliſation, eſt la force d'affinité, qui porte chaque partie l'une vers l'autre. Ces affinités, ces choix d'élection ont ſans doute une cauſe. Mais le mode ſuivant lequel elle agit, nous eſt abſolument inconnu.

Ces principes poſés, tranſportons-nous en idée, au moment où la matière s'organiſa. Recherchons, en ſuivant les analogies, la manière dont s'eſt formé l'Univers. Ce ne ſeront ſans doute que des analogies : mais nous n'avons pas d'autre moyen de connoître ces objets & de ſatisfaire notre curioſité.

§. IV. Chaque particule de matière, chaque molécule première (que je ſuppoſe une,

indivisible), a une figure qu'elle conserve constamment par sa grande dureté (1).

Elle a aussi une *force propre*, laquelle elle ne perd jamais, & qui en est inséparable, suivant les analogies. Elle lui est *essentielle d'une espèce du second genre* (2).

Cette force est le principe de toute action & de tout mouvement dans l'Univers, comme

---

(1) C'étoit la doctrine de l'école de Leucippe, Démocrite, Epicure....

C'est aussi celle d'un des plus grands philosophes modernes. « Il me semble très-probable, dit Newton, » qu'au commencement Dieu forma la matière en molécules solides, massives, dures, impénétrables, mobiles; que ces particules primitives sont incomparablement plus dures qu'aucun des corps poreux qui en sont formés; & si dures, qu'elles ne s'usent ni ne se rompent jamais: car si elles venoient à s'user, à se mettre en pièces, la nature des choses qui en dépend changeroit infailliblement. L'eau & la terre, composées de vieilles particules usées, ne seroient plus à présent de même nature & contexture, que l'eau & la terre qui auroient été composées au commencement de particules entières: & par conséquent afin que la nature puisse être durable, l'altération des corps corporels ne doit consister qu'en différentes séparations, nouveaux assemblages & mouvemens de ces particules permanentes ». *Optique, question XXXI*.

(2) Principes de la Philosophie naturelle.

je l'ai prouvé ailleurs (1). Auſſi, eſt-ce par ce moyen ſeul que le philoſophe doit chercher à expliquer tous les phénomènes de la nature.

C'eſt en vertu de cette force que les parties de matière cherchent à ſe combiner. Car deux de ces molécules premières A B, ou M N, *figure* 1, *planche* 1, animées chacune de leurs forces propres, & dont les directions ſont oppoſées, ſe combineront, s'uniront ſi elles ſe rencontrent: leurs figures rendront cette combinaiſon plus ou moins ſolide (2).

Si les forces ſont égales & ſe rencontrent dans le centre des maſſes ſ & e des molécules M N, elles feront *in niſu*, ſans être détruites; & le tout ſera immobile.

Mais ſi les forces ſont inégales, que la partie M en ait plus que N, le tout ſe mouvra dans la direction de la plus forte.

Si les forces ne ſont pas dans le centre des maſſes, comme A & B, le tout aura un mouvement giratoire, dont la courbe CC ſera déterminée par la nature des forces & la figure des parties.

Les parties M N pourroient également ſe

(1) Principes de la Philoſophie naturelle. Eſſai ſur l'Air pur, *Introduction*.

(2) *Ibidem*.

mouvoir dans la courbe C C, si les parties 6, 7, 8 & 9, ont plus de force que les parties *f*, *g*, *h*, *i*, & que les parties *a*, *b*, *c*, *d*, en aient plus que les parties 1, 2, 3, 4; c'est ce qui a lieu pour les astres.

Les combinaisons de ces parties premières formeront deux espèces de corps, les fluides & les solides.

§. V. Les fluides ont leurs molécules sphériques, ou à peu près sphériques. Car la plupart de ces corps, tels que la lumière, l'air... se réfléchissent toujours sous un angle égal à celui d'incidence. Or, il est prouvé qu'il n'y a que des molécules sphériques qui puissent se réfléchir de cette manière.

Chacune de ces molécules a un mouvement giratoire sur elle-même, parce que les centres des parties dont elles sont composées ne correspondent point aux centres de masse (*fig.* 1, *pl.* 1).

C'est ce mouvement giratoire qui leur donne la *force de répulsion*, les tient à l'état de liquidité, & leur fournit cette grande activité dont sont animés la plupart, tels que les acides.

§. VI. Les solides ont, comme nous venons de le dire, leurs molécules ou triangulaires, ou rhomboïdales, ou rectangulaires.

Mais lorsque ces solides, par l'action du feu,

passent à l'état de liquidité ou de vapeurs, leurs molécules deviennent sphériques.

Comment le feu peut-il produire cet effet? nous l'ignorons (1).

§. VII. Ces deux espèces de corps formeront ce qu'ordinairement on appelle élémens, tels que le feu, l'air, la lumière, l'eau, la terre.

Ces élémens eux-mêmes conservent de l'activité, & ont une force propre, en vertu de laquelle ils s'uniront également, & se combineront suivant les loix des affinités, & les choix d'élection.

La figure des molécules de ceux de ces élémens qui sont capables de cristalliser, tels que l'eau, doit être ou triangulaire, ou rhomboïdale, ou rectangulaire : puisque nous avons vu, §. II, que les molécules de tout corps qui cristallise paroissent avoir une de ces trois figures.

Mais ces molécules en passant à l'état de liquidité deviendront sphériques par leur union avec le feu (§. VI).

§. VIII. Toutes les molécules de matières non-combinées, & tous les élémens qui en

(1) *Vid.* mon Mémoire sur la nature des liquides, *Journal de Physique*, 1786, *avril.*

ſont formés, répandus dans l'eſpace, agiront les uns ſur les autres, s'uniront un inſtant, s'éloigneront le moment ſuivant, ſe réuniront de nouveau, & enfin réſultera une criſtalliſation générale de toute la matière exiſtante.

Les molécules propres à faire des ſolides, ſe feront jointes en différens points de l'eſpace: des portions de fluides ſe feront combinées avec elles.

L'autre portion des fluides enveloppera ces maſſes ſolides, & remplira l'eſpace qui les ſépare.

Là, auront été amoncelés des amas immenſes de matières ſolides, pour former les globes lumineux.

Ici, d'autres amas conſidérables auront formé les globes opaques, les planètes & les comètes.

Peut-être y a-t-il d'autres grands corps, tels que l'anneau de Saturne, en ſuppoſant qu'il ne ſoit pas une réunion de petits globes.

Il ſe pourroit que les forces générales des molécules, qui forment ces grands globes, fuſſent dans un parfait équilibre, & ſe trouvaſſent toutes *in niſu*; pour lors ces globes n'auroient aucun mouvement, ni de progreſſion en ligne droite, ni de rotation ſur eux-mêmes.

Si, au contraire, les forces de ces molécules

ne ſont pas en équilibre, ces globes auront un mouvement. Il ſera en ligne droite, ſi les directions des forces paſſent par le centre des maſſes : mais ſi cette direction des forces ne paſſe pas par les centres de maſſe, ce mouvement ſera giratoire ſur eux-mêmes, c'eſt-à-dire, qu'ils tourneront ſur leurs axes, par l'action de cette force prépondérante d'une partie des molécules qui les compoſent. Ce mouvement pourra être en même tems progreſſif dans une ligne courbe (*fig.* 1, *pl.* 1), comme M N, tel eſt celui de tous les corps céleſtes, & de la terre en particulier (§. IV).

Les géomètres ont calculé l'effet de cette force qui fait tourner les globes ſur leurs axes. Ils ont ſuppoſé qu'un choc quelconque avoit été appliqué aux globes, à une certaine diſtance du centre de ces maſſes, qu'ils ont eſtimée en portions de leurs rayons :

Pour Jupiter à $\frac{7}{19}$ de ſon rayon.

Pour Mars à $\frac{1}{418}$ de ſon rayon.

Pour la Terre à $\frac{1}{64}$ de ſon rayon.

Pour la Lune à $\frac{1}{150}$ de ſon rayon.

Les calculs ne ſont pas faits pour les autres aſtres.

Mais quelle eſt la main qui auroit donné ces chocs ?

Il faut donc abſolument que cette impul-

ſion vienne des parties mêmes qui compoſent ces globes, c'eſt-à-dire, d'un mouvement giratoire & progreſſif qu'elles leur imprimeront.

Nous n'entrerons pas ici dans l'énumération de tous les corps céleſtes connus. Nous rappellerons ſeulement que Herſchel, ayant calculé le nombre d'étoiles contenues dans un eſpace du ciel, de huit degrés de longueur, & de trois de largeur, en a trouvé 44 mille : d'où il a conclu qu'en ſuppoſant proportionnellement le même nombre d'étoiles dans toute l'étendue du ciel, il y en avoit 75 millions.

Mais ſi on fait entrer dans ce calcul les étoiles qui compoſent la gallaxie, ou voie lactée, & les nébuleuſes, le nombre de celles que nous pouvons appercevoir, ſera bien plus conſidérable. Peut-être ira-t-il à pluſieurs centaines de millions.

Et ſans doute nous ſommes bien éloignés de voir toutes celles qui exiſtent, puiſqu'on en apperçoit d'autant plus, que les téleſcopes qu'on emploie ont plus de force.

Notre ſoleil a un mouvement de rotation ſur ſon axe; les étoiles en doivent avoir un ſemblable. Notre ſoleil ſe meut dans une ellipſe dont le centre ne ſort pas de ſa maſſe; les étoiles doivent avoir le même mouvement.

Enfin, notre ſoleil a un mouvement progreſſif vers la conſtellation d'Hercule, par les 260° d'aſcenſion, & 27° de déclinaiſon boréale.

Les étoiles ont de ſemblables mouvemens. On l'a déjà obſervé ſur les principales; on a calculé que le déplacement d'arcturus par année eſt de plus de 80,000,000 de lieues.

Quant aux corps céleſtes opaques, nous ne pouvons diſtinguer que ceux qui ſont autour de notre ſoleil. Il en eſt de deux eſpèces: les planètes & les comètes.

Elles ſe meuvent les unes & les autres autour de cet aſtre, dans des ellipſes plus ou moins allongées: ces ellipſes ſe changent même en épicycloïdes, parce que le ſoleil lui-même ſe meut dans une ellipſe, & a un mouvement progreſſif vers les 260 degrés d'aſcenſion, vers la conſtellation d'Hercule. Les ellipſes décrites par les planètes & les comètes, ſe changeront donc en épicycloïdes, comme celle que la lune décrit autour de la terre, parce que cette dernière tournant autour du ſoleil, entraîne avec elle ſon ſatellite.

On ne connoît pas le nombre des comètes exiſtantes autour de notre ſoleil. Les obſervateurs ont déjà calculé la marche de 83 (1). Sans

(1) Journal de Phyſique, 1794, pag. 210.

doute il en exifte un bien plus grand nombre. Leurs volumes, leurs maffes & leurs autres élémens font encore inconnus.

Leurs ellipfes font très-allongées : c'eft pourquoi elles ne paroiffent qu'un tems très-court. Celle de 1682 achève fa révolution en 75 ans environ. Son année eft par conféquent plus courte que celle de Herfchel.

L'ellipfe que parcourent les planètes eft beaucoup moins allongée & rapproche du cercle.

Mais la nature ne faifant pas ordinairement de tranfitions brufques, il eft vraifemblable qu'on verra des comètes dont les ellipfes fe rapprocheront de plus en plus de celles des planètes.

On connoît fept planètes principales, Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Herfchel.

Et quatorze fecondaires, la Lune, les quatre fatellites de Jupiter, les fept fatellites de Saturne, & deux fatellites de Herfchel.

Il eft encore dans notre fyftême folaire un autre corps opaque, l'anneau de Saturne, qui eft divifé en deux parties. On ignore fi ce font réellement deux anneaux, ou fi ce font des petits globes très-proches les uns des autres.

Toutes ces planètes fe meuvent dans des ellipfes ou plutôt des épicycloïdes. Voici le

tems qu'elles employent à faire leurs révolutions.

Le Soleil,	on l'ignore.			
Mercure	87 jours	23 heur.	14'	36"
Vénus	224	16	39	4
La Terre	365	5	48	48
Mars	686	22	18	27
Jupiter	4330	14	39	2
Saturne, 29 ans.	162	4	27	
Herſchel, 83 . .	29	8	39	

Les planètes ſecondaires ſe meuvent autour de leurs planètes principales. Voici le tems de leurs révolutions.

La Lune	27 jours	7 heur.	43'	11"
1. Satellite de Jupiter,	1	18	27	33
2. Satellite	3	13	13	41
3. Satellite	7	3	42	32
4. Satellite	16	16	32	8
Anneau de Saturne . .	0	10	32	0
1. Satellite de Saturne .	0	22	40	4
2. Satellite	1	8	53	9
3. Satellite	1	21	18	26
4. Satellite	2	17	44	51
5. Satellite	4	12	25	11
6. Satellite	15	22	41	16
7. Satellite	79	7	53	42
1. Satellite de Herſchel,	8	17	1	19
2. Satellite	13	11	5	1

On a enſuite calculé la diſtance des planè-

tes principales au ſoleil. Voici ces diſtances moyennes.

Mercure	13,299,000 lieues.
Venus	24,851,885
La Terre	34,357,480
Mars	52,350,340
Jupiter.	178,692,550
Saturne.	327,748,710
Herſchel.	655,602,600

Les diſtances moyennes des ſatellites à leurs planètes principales, ſont pour,

La Lune	86,351 lieues.
1. Satellite de Jupit. environ	88,000
2. Satellite	140,000
3. Satellite.	222,000
4. Satellite	400,000
Anneau de Saturne	9,529
1. Satellite de Saturne . .	46,000
2. Satellite	59,000
3. Satellite	70,000
4. Satellite	90,000
5. Satellite	130,000
6. Satellite	390,000
7. Satellite	900,000
1. Satellite de Herſchel . .	105,000
2. Satellite	140,000

On a déterminé le volume de ces corps en prenant leurs diſtances.

Volume du Soleil . .	1,384,462.
de Mercure.	0,064,558.

Pour donner une idée de l'étendue de la portion de l'Univers que nous connoissons, rappelons au souvenir du lecteur, que la parallaxe de l'étoile la plus proche n'est pas d'une seconde. En supposant que la parallaxe de Sirius, l'étoile qui nous paroît la plus grosse, fût d'une seconde, sa distance seroit 206,265 fois plus grande que celle du soleil : par conséquent seroit de 7,086,740,000,000 lieues.

Son diamètre seroit de 34 millions de lieues, ou égal à la distance du soleil à la terre.

Qu'on calcule maintenant les planètes & les comètes qui doivent accompagner de si grandes masses.

A quelle distance seront donc les étoiles de dixième grandeur, & celles qui sont encore plus éloignées, & que nous verrions si nos télescopes avoient plus de force?

§. XI. Chacun de ces globes a une masse d'air qui lui forme une atmosphère plus ou moins étendue. Celle de notre soleil est visible jusqu'au-delà de l'orbite de Mars, comme le prouvent les phénomènes de la lumière zodiacale, & peut-être plus loin. Elle a par conséquent plus de 50 millions de lieues de rayon. Elle enveloppe ainsi les atmosphères de Mercure, de Vénus, de la Terre, de Mars, & des comètes qui passent dans ces régions. Mais sa portion non-visible s'étend

s'étend certainement à des diſtances beaucoup plus conſidérables peut-être, au-delà de Herſchel.

Ces grands globes ont encore d'autres atmoſphères qui les enveloppent : on ne peut douter que la terre n'ait une atmoſphère magnétique, une atmoſphère électrique, une atmoſphère de matière de la chaleur, & peut-être une atmoſphère du fluide lumineux. L'analogie porte à croire que tous les autres globes ont de ſemblables atmoſphères, de fluide magnétique, de fluide électrique, de fluide calorifique, de fluide lumineux.

Tous ces fluides occupent l'eſpace qui eſt entre ces différens globes, ſans laiſſer aucun vide qu'ils rempliſſent autant qu'ils peuvent : car tout fluide cherchant à ſe mettre en équilibre, coule dans les eſpaces qu'il trouve vides. Or, en ſuppoſant les molécules de ces fluides être ſphériques, ou à peu-près ſphériques, comme le ſont celles de tous les fluides, il eſt prouvé géométriquement, que les eſpaces qu'ils occuperont ſeront $\frac{20}{27}$, & les vides qu'ils laiſſeront entre leurs molécules ſeront $\frac{7}{27}$ (1).

Néanmoins, ces différens fluides agiront facilement les uns dans les autres, ſans que leurs

(1) Leſage de Genève.

actions mutuelles se nuisent comme je l'ai fait voir (1). Dans un même lieu, on peut exciter une grande variété de sons; il peut être illuminé de mille feux différens : des machines électriques, des barreaux aimantés, peuvent agir; les corps solides s'y meuvent également avec facilité : l'insecte exerce librement tous ses mouvemens au fond des mers, sans en remuer toutes les eaux.

§. X. Je pense que l'action qu'exercent ces globes les uns sur les autres, & que les géomètres physiciens désignent aujourd'hui avec Newton, sous le nom d'ATTRACTION, est due à ces fluides. Supposons un de ces fluides agissant sur ces globes en raison directe des masses, & de l'inverse des quarrés des distances, nous aurons l'explication physique de tous les phénomènes attribués à l'attraction, qui ne sera dès-lors envisagée que comme elle doit être, une *hypothèse mathématique*, dont les géomètres calculent tous les résultats. Newton lui-même a reconnu que l'atmosphère magnétique de la terre pouvoit influer sur les mouvemens de la lune : « *In his computationibus* » (*virium in lunam*) *attractionem magne-* » *ticam terræ non computavi, cujus utique*

(1) Journ. de Physique, Avril 1786.

» *quantitas perparva est & ignoratur* », lib. 3, paragraph. XXXVII, probl. XVIII, corol. 10.

Je ne rechercherai point ici le mécanisme qui feroit agir ainsi ce fluide; il me suffit de savoir que ce sont les loix que suivent dans leurs actions, tous les fluides, l'électrique, le magnétique, le lumineux dans la propagation de la lumière, l'air dans la propagation des sons. Les physiciens ne sauroient encore expliquer pourquoi l'action de ces fluides suit de telles loix. Mais ce sont des faits dont ils ont constaté l'existence. Ils partent de ces faits pour l'explication des phénomènes, en attendant qu'ils en aient des explications physiques. Par conséquent il faut regarder comme nulles, toutes les objections qu'on a faites (lorsqu'on combattoit les tourbillons de Descartes) contre la possibilité d'expliquer les actions des astres les uns sur les autres, par le moyen d'un fluide. Car, supposons que ce que Newton appelle *l'attraction magnétique* de la terre, fût aussi puissante sur la lune, que ce qu'il appeloit *l'attraction de la terre*; cette force magnétique expliqueroit physiquement ce qu'on a exprimé jusqu'ici par le mot *attraction* : & ce qui prouve bien que ce grand géomètre n'entendoit, par le mot *attraction*, qu'une cause physique dont il calcu-

loit les effets, c'eſt qu'il ſe ſert, en parlant du magnétiſme, du même terme *attractionem magneticam.* Or, certainement il reconnoiſſoit l'exiſtence d'un fluide magnétique.

Suppoſons de même autour du ſoleil, une atmoſphère d'un fluide quelconque, magnétique, électrique, ou tout autre, qui agiroit en raiſon des maſſes & de l'inverſe des quarrés des diſtances : il produiroit tous les effets attribués à l'attraction du ſoleil.

Enfin, ſi chaque planète, ſi chaque comète a de pareilles atmoſphères, qui agiſſent de la même manière, ces atmoſphères produiront tous les effets attribués aux attractions particulières de ces corps, & ces fluides pourront agir les uns dans les autres, comme nous venons de le voir.

Telle eſt la ſeule *explication phyſique de l'attraction*, que le philoſophe puiſſe admettre : tandis que le géomètre continuera à regarder cette *attraction* comme une hypothèſe dont il calculera tous les effets.

§. XI. Il eſt un autre terme qu'a employé Newton, pour exprimer un effet qui n'eſt pas moins général, que celui qu'il appeloit attraction. C'eſt la RÉPULSION. Il ſuppoſoit que les corps s'attiroient dans les grandes diſtances ; mais que cette action changeoit, dès que leurs

molécules se touchoient, & qu'elles se repoussoient alors par l'effet d'une action qu'il appela *répulsion*. Nous verrons que par ce mot il n'a voulu exprimer qu'un effet, comme par celui d'*attraction*, & que cet effet dépend également de l'action d'un fluide, celui du feu, ou matière de la chaleur, qui, s'insinuant continuellement entre les molécules des corps, cherche à les éloigner les unes des autres, & donne à leurs molécules un mouvement giratoire.

On conçoit très-bien qu'un grand nombre de molécules sphériques, qui ont un mouvement giratoire, doivent sans cesse se repousser comme le font les totons sphériques, ou toupies dont jouent les enfans, qui, dans leurs mouvemens curvilignes rapides se repoussent aussi-tôt qu'ils se touchent. Les molécules des fluides, que je suppose avoir un pareil mouvement giratoire, doivent donc paroître animées sans cesse d'une *force de répulsion*.

Il ne sera peut-être pas inutile de rappeler ici quelques idées générales sur la cristallisation. Il y a deux espèces de cristallisation.

Les unes s'opèrent par le moyen des dissolvans aqueux, soit que l'eau soit pure, soit que son action soit aidée par celle des acides, ou autres menstrues.

Les autres se font par le moyen du feu.

DE LA CRISTALLISATION PAR LES DISSOLVANS AQUEUX.

§. XII. Tous les corps ſolides n'ont cette ſolidité que par l'action des forces de chacune de leurs molécules compoſantes, qui les portent les unes vers les autres. Elles s'arrangent ſous telle ou telle forme, ſuivant leur figure particulière, & la nature de cette force.

La diſſolution de ces corps par un fluide aqueux n'eſt autre choſe que la ſéparation de ces mêmes parties, qui ſont déſunies par l'action du diſſolvant (effet de ſon mouvement giratoire), qui eſt ſupérieure à la leur.

Mais leur force propre n'eſt pas détruite : & auſſi-tôt que la force ſupérieure du diſſolvant ceſſera par une cauſe quelconque, ſoit par le refroidiſſement, ſoit par le repos, ſoit par la diminution du volume... les parties du corps diſſous, obéiſſant à leur force propre, ſe réuniront de nouveau, ſuivant les loix des affinités, les choix d'élection, & criſtalliſeront.

Les trois eſpèces de molécules, la triangulaire, la rectangulaire & la rhomboïdale, viennent ſe placer tantôt les unes à côté des autres, tantôt les unes ſur les autres, ſuivant différentes loix

d'avancement, ou de retraite, & donnent toutes les formes connues.

La ſtructure mécanique des criſtaux eſt aujourd'hui une des plus jolies parties de la criſtallographie, & d'autant plus intéreſſante, qu'on peut la ſoumettre au calcul.

Le géomètre fait voir comment telles & telles figures réſultent de la poſition des différentes lames, qui éprouvent des avancemens ou des retraites, tantôt ſur les bords, ou arêtes, tantôt ſur les angles, tantôt ſur les unes & les autres en même tems.

Les anciens avoient vu que les minéraux étoient compoſés de molécules ſemblables. C'eſt ce qu'Anaxagoras appeloit *homeomeries*.

Lucrèce & les autres philoſophes, qui n'étoient pas aſſez inſtruits des grands faits de la nature, donnoient une fauſſe explication de l'idée d'Anaxagoras, en lui faiſant faire l'application du principe des homeomeries, à chaque partie des êtres organiſés.

Oſſa videlicet è pauxillis atque minutis
Oſſibus, ſic & de pauxillis atque minutis
Viſceribus, viſcus gigni .... Lucret. lib. I.

Ce n'a jamais pu être l'idée d'Anaxagoras, qui n'appliqua le principe des homeomeries qu'aux minéraux & aux ſubſtances ſalines.

La figure conſtante & déterminée des mo-

lécules des minéraux, a été reconnue, dans ces derniers tems, par les plus ſavans philoſophes. Newton, en parlant de la double réfraction du ſpath calcaire, appelé criſtal d'Iſlande, obſerve qu'il ſe diviſe toujours en molécules parallèles à un de ſes côtés, par conſéquent rhomboïdales, comme le criſtal lui-même.

Bourguet de Neufchâtel en Suiſſe, dans ſes *Lettres philoſophiques ſur la formation des ſels & des criſtaux*, imprimées en 1729, admet, page 52 & ſuivantes :

Des molécules triangulaires :

Des molécules rhomboïdales :

Des molécules cubiques :

Des molécules pyramidales tetraèdres.

Les molécules triangulaires compoſent, ſuivant lui, le criſtal de roche, le diamant, le nitre.

Les molécules rhomboïdales compoſent la ſélénite, le criſtal d'Iſlande, les vitriols.

Les molécules cubiques compoſent le ſel marin.

Les molécules pyramidales quadrilatères compoſent l'alun.

Mais c'eſt dans ces derniers tems que cette vérité a été miſe dans tout ſon jour par les ſavans criſtallographes, qui ont appliqué la géométrie à cette belle partie de nos connoiſſances.

DE LA CRISTALLISATION PAR LE FEU.

§. XIII. Un grand nombre de ſubſtances criſtalliſe par le feu, d'une manière auſſi régulière, que celles qui criſtalliſent par l'eau.

Tous les métaux purs ou alliés, lorſqu'ils ont été fondus, & qu'on les laiſſe refroidir avec précaution, affectent une forme très-régulière. Cette figure eſt ordinairement le cube, ou l'octaèdre, quelquefois le tétraèdre.

Le ſoufre fondu & refroidi avec ſoin, criſtalliſe également. La figure de ſes criſtaux eſt l'octaèdre.

Le phoſphore criſtalliſe en octaèdre.

Le verre lui-même criſtalliſe par le feu.

Il eſt un grand nombre d'autres ſubſtances, que le feu fait également criſtalliſer, ſoit régulièrement, ſoit d'une manière confuſe.

Pluſieurs corps réduits en vapeurs par l'action du feu, criſtalliſent; tels ſont le ſel ammoniac, le cinabre, la chaux d'antimoine....

La cauſe de la criſtalliſation par le feu, eſt la même que celle qui fait criſtalliſer par l'eau. Par ſon action violente, il briſe l'union des différentes parties des corps qui ſont ſoumis

à ſon action, comme le font les diſſolvans liquides.

Mais auſſi-tôt que l'intenſité du feu diminue, la force de chacune de ces parties les rapproche ſuivant les loix des affinités; & elles affectent des formes propres & régulières, en ſuivant les mêmes loix qui opèrent les criſtalliſations par l'eau.

Il faut examiner maintenant ſi la criſtalliſation générale de la matière a été opérée par l'eau ou par le feu.

Obſervons d'abord que l'eau ne peut être liquide que par le feu, par conſéquent toutes les criſtalliſations par l'eau ſuppoſent déjà un degré de chaleur quelconque.

D'ailleurs, on ne peut ſuppoſer l'eau un être ſimple. Elle eſt compoſée comme toutes les autres parties dites élémentaires. Cela ſuppoſe donc, que toutes les premières parties jouiſſent d'un mouvement propre, ainſi que nous l'avons dit, pour pouvoir compoſer les différens élémens.

Mais les différens globes étant formés par la réunion de ces parties diverſes, ont-ils tous été primitivement criſtalliſés par les eaux? ou étoient-ils dans un état d'incandeſcence? Deſcartes, Léibnitz regardent la terre comme un ſoleil éteint & encroûté.

Ces ſoleils eux-mêmes avant que d'être lumineux, ont-ils été criſtalliſés par les eaux ?

On ſent que la ſolution de ces queſtions eſt très-difficile pour nous, qui n'avons que de foibles analogies ſur ces objets.

Mais nous ne pourrons donner de réponſes ſatisfaiſantes, à cet égard, relativement à la terre, qu'après avoir expoſé nos idées ſur ſa théorie.

DE LA CRISTALLISATION DU GLOBE TERRESTRE.

§. XIV. Tous les corps qui compoſent notre globe, ſont formés de différens élémens, le feu, la lumière, l'air, l'eau, le fluide électrique, le fluide magnétique, le fluide lumineux.... Ceux-ci ſont compoſés eux-mêmes des premières parties de la matière. Ces élémens ſont tous animés d'une force plus ou moins conſidérable, qui les rapproche, les fait combiner, les fait criſtalliſer (§. VII).

Le réſultat de toutes ces criſtalliſations particulières a été le globe de la terre.

Cette vue générale ne ſuffit pas au géologue : il doit entrer dans les détails pour rendre raiſon de chaque phénomène. Quelques-uns s'expliquent heureuſement par les connoiſſances

acquiſes : mais pluſieurs ſont encore enveloppés d'obſcurités, qui ne pourront être levées que par les nouveaux faits que nous acquerrons ; il en eſt même, ſans doute, dont les cauſes échapperont toujours aux hommes.

C'eſt cette tâche difficile que je vais eſſayer de remplir, d'après les principes que j'ai déjà expoſés §. XII, ſur cette matière.

Je vais les rappeler ſommairement, parce qu'ils ſerviront à entendre les explications particulières des différens phénomènes que je donnerai. Mais ce ne ſera qu'après l'expoſition générale des faits que nous pourrons en diſcuter la théorie, & voir ſi quelques-uns de ces faits ne contrediſent point mon hypothèſe.

Je ſuppoſe que toute la matière qui compoſe notre globe a été liquide dans le principe ; cette liquidité eſt indiquée par la forme ſphéroïdale de la maſſe totale, laquelle eſt entièrement conforme à la théorie des forces centrales.

Cette liquidité étoit aqueuſe, c'eſt-à-dire, opérée par l'eau, & non par le feu.

Les parties les plus peſantes ſe ſont réunies vers le centre du globe, & ont repouſſé à la ſurface les plus légères.

Toutes ces ſubſtances ont criſtalliſé dans le

ſein des eaux, qui par conſéquent couvroient les plus hautes montagnes.

Les eaux ſe ſont retirées.

Les continens ont paru.

Ces continens n'étoient compoſés que de terreins primitifs.

Les végétaux & les animaux terreſtres ont été produits.

Les eaux ont enſuite formé les terreins ſecondaires, dans leſquels les débris des végétaux & des animaux ſont amoncelés.

Les eaux ont continué de ſe retirer en laiſſant à découvert ces couches ſecondaires & tertiaires.

Voilà des faits inconteſtables.

Ce ſont ces faits qu'il faut examiner en détail; ſavoir :

La criſtalliſation particulière de chaque ſubſtance minérale;

Celle des pierres ſimples ne contenant qu'une terre & un acide.

Celle des pierres contenant pluſieurs terres.

Celle des pierres compoſées de pluſieurs autres pierres.

Celle des ſubſtances métalliques minéraliſées, ou non minéraliſées.

Enfin celle des ſubſtances bitumineuſes....

Nous rechercherons enſuite l'origine des

débris des êtres organisés, celle des substances inflammables fossiles, celle des feux souterreins, celle des tremblemens de terre.

Nous tâcherons enfin de découvrir la manière dont toutes ces substances particulières se sont arrangées entr'elles, pour former les montagnes, les vallées, les plaines.

DE LA CRISTALLISATION DES DIFFÉRENTES SUBSTANCES MINÉRALES.

§. XV. Je suis, je crois, le premier qui ai traité cette question dans toute son étendue (1). Pour l'éclaircir, autant qu'il nous est possible, il faut rappeler les différens procédés par lesquels on opère la cristallisation des substances salines. Celle-ci nous est plus connue, puisque nous l'opérons journellement dans nos laboratoires; les phénomènes, qu'elle nous présente, rendront sensibles ceux des cristallisations minérales, & nous ne pourrons pas nous tromper en ne nous écartant pas de l'analogie.

On doit distinguer deux espèces de cristallisations des sels :

---

(1) Principes de la Philosophie naturelle, première édition en 1777.

L'une qui s'opère dans de petites masses :

Et l'autre qui se fait dans des masses immenses de liquides ; chacune présente des phénomènes particuliers qu'il faut bien distinguer.

Lorsque la cristallisation se fait lentement par une évaporation insensible dans une petite quantité de liqueur, & dans un lieu très-tranquille où cette liqueur n'est point agitée, les molécules obéissent librement à la loi des affinités ; elles s'arrangent suivant les choix d'élection, & il se forme des cristaux très-réguliers. Leur volume sera d'autant plus considérable, que le tems de l'opération sera plus long.

Mais si l'évaporation est trop rapide, que la liqueur soit agitée, la cristallisation se fait confusément. On ne distingue plus les formes, & on n'obtient qu'une espèce de masse saline, dans laquelle on apperçoit néanmoins encore quelques rudimens de la cristallisation.

Ces facettes seront plus sensibles, si la cristallisation, sans avoir été assez lente, n'a cependant pas été précipitée ; on apperçoit pour lors quelques cristaux très-petits.

§. XVI. Mais plusieurs substances salines peuvent être mélangées, dissoutes par un menstrue commun, & cristalliser ensemble. Elles présentent des phénomènes différens, suivant la manière dont se fait la cristallisation :

& ceci nous intéresse particulièrement pour la formation des pierres composées.

En général les différentes substances salines exigent des quantités différentes de dissolvans pour être dissoutes, & pour cristalliser. Elles retiennent aussi plus ou moins d'eau de cristallisation.

Si plusieurs sels sont mélangés, & que leur cristallisation s'opère d'une manière précipitée, tous ces sels demeurent confondus, & forment un magma salin.

La cristallisation se fait-elle un peu moins précipitamment? ces sels affectent une cristallisation confuse, dans laquelle on distingue déjà quelques élémens de cristaux réguliers.

Mais ceux de ces sels qui exigent plus d'eau de dissolution que les autres, peuvent cristalliser les premiers, & affecter leurs formes propres. Leurs cristaux bien prononcés se trouveront mélangés dans la masse des autres, qui ne seront cristallisés que confusément.

Enfin si la cristallisation s'opère avec toute la lenteur nécessaire dans un liquide tranquille, chaque sel cristallisera séparément, & d'une manière régulière. Leurs cristaux seront distincts & grouppés différemment en des lieux séparés.

§. XVII. Le travail des salpêtriers ou nitriers,

triers, présente ces détails avec beaucoup d'exactitude.

Lorsqu'ils lessivent les terres nitrifiées, ils en portent les lessives dans les chaudières & évaporent à grand feu; ils obtiennent une masse saline composée de différens sels cristallisés confusément; ces sels sont :

1°. Le nitre commun à base d'alkali du tartre, ou potasse.

2°. Le nitre à base de natron.

3°. Le nitre à base de magnésie.

4°. Le nitre calcaire.

5°. Le sel marin à base de natron.

6°. Le sel marin à base d'alkali du tartre.

7°. Le sel marin de magnésie.

8°. Le sel marin calcaire.

9°. Le vitriol de magnésie.

10°. Le vitriol calcaire, ou gypse.

11°. La magnésie aérée.

. . . .

Or, parmi ces substances salines, le sel marin commun exige beaucoup d'eau de cristallisation; & les sels de magnésie & calcaire en exigent plus & cristallisent difficilement.

Pour séparer ces sels, on fait redissoudre toute la masse dans l'eau; on n'évapore que jusqu'à un certain degré déterminé par l'expérience.

Le ſel marin criſtalliſe le premier, & on l'enlève.

On met enſuite la liqueur dans des baſſineaux. Le nitre criſtalliſe confuſément, mais on y remarque beaucoup de ſel marin criſtalliſé en petits cubes, qui ſe trouvent enveloppés par le nitre.

L'eau-mère, qui demeure, contient les ſels calcaire & de magnéſie qu'on pourroit faire criſtalliſer ſi on vouloit.

Tel eſt le nitre dit de *la première cuite.*

On répète cette opération pour avoir le nitre de la *ſeconde cuite*; celui-ci contient encore beaucoup de ſel marin, dont les criſtaux cubiques ſont plus viſibles, parce que la criſtalliſation eſt plus lente.

L'opération répétée une troiſième fois, donne du nitre aſſez pur, qui, néanmoins, contient encore un peu de ſel marin.

Enfin, ſi on veut avoir du nitre parfaitement pur, il faut répéter l'opération une quatrième fois.

On voit dans toutes ces opérations le nitre & le ſel marin criſtalliſer à des époques différentes. Dans la première, la criſtalliſation eſt toujours confuſe, parce qu'elle eſt précipitée.

Si à la ſeconde opération, après avoir ôté

les ſels calcaire & de magnéſie, on ne faiſoit évaporer la liqueur qu'à un certain degré, & qu'on laiſsât criſtalliſer les deux ſels lentement, ils criſtalliſeroient ſéparément en beaux criſtaux.

§. XVIII. Mais les criſtalliſations des ſubſtances ſalines opérées dans des maſſes immenſes de liquides offrent des phénomènes bien différens de ceux que nous venons de voir. Ils ne ſont pas encore parfaitement connus; cependant en voici quelques-uns qui paroiſſent certains :

1°. Si dans une grande étendue d'eau, par exemple, dans un étang conſidérable, on jette dans un endroit particulier une quantité quelconque de ſubſtance ſaline, ce ſel ſe diſſoudra; l'eau, qui correſpond à ce local, en ſera chargée, tandis que les autres parties de l'eau de l'étang ne contiendront aucune partie de ce ſel ou au moins très-peu; c'eſt ce que l'obſervation a fait voir, lorſque quelque convoi de ſel a été ſubmergé dans une grande maſſe d'eau à peu-près tranquille.

Si, par une cauſe quelconque, la criſtalliſation s'opère, il ne ſe dépoſera donc de ce ſel que dans l'endroit où l'eau l'avoit diſſous, & il ne pourra s'en dépoſer aucune portion dans le reſte de l'étang.

Il faut convenir que si l'eau de cet étang étoit violemment agitée, & pendant un tems suffisant, la masse saline se répartiroit en entier dans la totalité de l'eau.

Ce que nous avançons ici, a lieu ordinairement dans la mer; car, ses eaux sont beaucoup plus chargées de sels dans les pays chauds que dans les pays froids; celles de la zone torride en contiennent environ huit fois plus que celles des zones polaires; & cependant celles-ci pourroient en tenir en dissolution la même quantité qu'en contiennent celles des pays chauds; car elles sont bien éloignées du point de la saturation.

Si on supposoit que les eaux des mers déposassent tous leurs sels, il y auroit donc une grande masse saline déposée dans les mers des pays chauds & très-peu dans celles des pays froids.

§. XIX. 2°. Si, dans une grande masse de liquide, il y en a des portions d'inégale densité, les plus pesantes gagnent toujours la partie inférieure du bassin où elles sont contenues. C'est ce que nous verrons en parlant de la température des mers. La partie des eaux qui est plus froide, se précipite au fond, & chasse à la surface, les portions qui sont plus chaudes.

La même chose a lieu pour les eaux qui sont chargées de substances salines; celles qui en

contiennent beaucoup en diſſolution, ſont plus peſantes. Elles gagneront donc le fond des baſſins & chaſſeront à la ſurface celles qui n'en contiennent point, ou qui en contiennent peu.

Darcet rapporte une obſervation qui confirme cette vérité (1). « Il y a une fontaine d'eau » ſalée, à Salins, ville de Béarn. Une petite » rivière qui paſſe à côté, lorſqu'elle déborde, » ſe répand dans la fontaine, & en remplit » le baſſin. Alors, pour ſéparer l'eau étrangère » que le débordement y a miſe, on donne » le tems à celle du baſſin de ſe repoſer. Enſuite au jour indiqué par le magiſtrat, on » y jette un œuf, qui plonge juſqu'à ce qu'il » trouve la couche d'eau ſalée d'une peſanteur » ſupérieure à la ſienne; & en même tems on » vide à force de bras, l'eau du baſſin qu'on » jette dans le canal voiſin, juſqu'à ce qu'on » apperçoive l'œuf flottant ſur la ſurface de l'eau » ſalée ».

On voit donc que l'eau pas ſalée ſurnage à celle qui eſt ſalée, comme plus peſante.

La même choſe doit avoir lieu dans les grandes mers; les eaux inférieures doivent être beau-

(1) Diſſertation ſur les Pyrénées, pag. 130.

coup plus ſalées que celles de la ſurface, & elles le ſont effectivement.

Le capitaine Ellis, dans un voyage qu'il fit dans les mers d'Afrique, plongea dans la mer un petit tonneau dont chacun des fonds eſt percé d'un trou. Ces deux ouvertures ſont fermées par des valvules qui, jointes par une verge de fer qui traverſe le tonneau, s'ouvrent & ſe ferment en même tems. On plonge le baril de manière que le fond inférieur ſoit celui qui permet à la valvule de s'ouvrir en dedans. L'eau qui pouſſe cette valvule la fait ouvrir & remplit le baril. Mais lorſqu'on le retire, les valvules ſe ferment, & on retire le baril plein de l'eau qui étoit à la profondeur où on l'a deſcendu. Cet inſtrument eſt de l'invention de Hales.

Ellis fit ſes expériences proche de l'équateur; le réſultat de ſes obſervations a été :

A. Que l'eau de la mer devenoit plus ſalée & plus peſante à meſure qu'elle étoit priſe à une plus grande profondeur.

B. La chaleur de l'eau diminuoit à meſure qu'on deſcendoit. Cependant, cette diminution s'arrêta à 650 braſſes; la chaleur à cette profondeur, étoit de 53° de Fahrenheit, ou 9,7° de Réaumur; à mille toiſes de profondeur elle fut la même : la chaleur de la ſurface étoit

de 84° Fahrenheit, ou 23° de Réaumur. *Voyage d'Ellis en Afrique ; journal économique*, 1754, *avril*, *page* 186.

§. XX. 3°. Lorſqu'on fait criſtalliſer confuſément une maſſe ſaline ſur une grande étendue, tels que les ſels marins dans les marais ſalans, ils ſe dépoſent d'une manière à peu-près uniforme ſur toute la ſurface du terrein.

La criſtalliſation ſuivra même les petites inégalités, qui pourroient ſe trouver à la ſurface du terrein. Les couches ſe plieront à ces inégalités, en ſe relevant ou s'abaiſſant de manière à former des couches tantôt horizontales, tantôt inclinées.

Les couches ſeront plus épaiſſes dans les lieux où il y avoit plus d'eau, ainſi que dans ceux où elle étoit plus ſalée.

Si on fixe un petit mât, ou un petit bâton, au milieu de la criſtalliſation, il s'y attachera des maſſes ſalines qui criſtalliſeront d'une manière régulière, & s'élèveront au milieu de la liqueur qui criſtalliſe confuſément jusqu'à ſa ſurface.

C'eſt ce qu'on obſerve dans tous les marais ſalans, où les ouvriers s'amuſent à placer des petits bâtons, pour obtenir de ces maſſes ſalines régulières.

§. XXI. 4°. Dans une grande masse d'eau qui tient beaucoup de sel en dissolution, les portions inférieures de cette eau en sont plus chargées que les supérieures, comme nous venons de le voir. Il se présente ici une question du plus grand intérêt en géologie.

Ce sel peut-il cristalliser au fond de l'eau?

C'est-à-dire, la portion inférieure de l'eau peut-elle être surchargée de sel, au point de le laisser cristalliser, quoique la portion supérieure de l'eau n'en contienne qu'une petite quantité, ou même point?

Nous voyons dans les cabinets de chimie, des bocaux contenant des sels en dissolution, les tenir long-tems dissous; mais enfin les laisser cristalliser après un tems plus ou moins long, quoiqu'ils soient parfaitement bouchés & qu'ils ne puissent rien perdre par l'évaporation. Le repos seul & le tems opèrent ces cristallisations.

Le même phénomène a lieu pour les vins. Des bouteilles de vin parfaitement bouchées laissent déposer avec le tems beaucoup de tartre, lorsqu'elles sont en repos.

La même chose peut donc arriver à une grande masse d'eau qui tient les sels en dissolution & qui est en repos. Le sel peut s'ac-

cumuler dans sa portion inférieure & cristalliser par le repos.

§. XXII. Il y a des sels triples, quadruples... qui sont composés de plusieurs substances réunies, qui cristallisent ensemble d'une manière fort régulière. Bergman a fait une assez longue énumération de ces sels, *Sciagraphie*, §. LXXV. « Ils sont composés en général, dit-il, de » trois principes, & même davantage, tel- » lement combinés que l'on ne peut les sé- » parer par la cristallisation. En général, il dis- » tingue les sels composés par le nombre de » leurs principes, soit que le même acide soit » uni à plusieurs bases, soit que la même base » soit commune à plusieurs acides; soit enfin » qu'il y ait ensemble & plusieurs bases & plu- » sieurs acides; delà naissent des sels triples, » des sels quadruples... ».

La crême de tartre est composée d'acide tartareux & d'alkali végétal. C'est donc un sel neutre avec excès d'acide; néanmoins elle se combine avec un grand nombre de bases & forme des sels qui cristallisent très-régulièrement.

Avec le natron, elle forme le sel de seignette, ou sel tartareux de natron.

Avec l'alkali volatil, elle forme le sel tartareux ammoniacal.

Elle se combine aussi avec la terre calcaire,

la magnésie, la terre argileuse, & forme des sels qui cristallisent.

Combinée avec l'antimoine, elle forme le tartre stibié qui cristallise très-régulièrement.

Elle se combine également avec la plupart des autres métaux, & donne des sels très-réguliers.

Tous ces sels sont donc composés d'un acide, & de deux bases, savoir : l'acide tartareux, l'alkali de potasse, & l'autre base qu'on lui donne.

Nous avons quelques autres sels qui sont dans le même cas.

Les métaux nous présentent très-souvent des combinaisons de deux, trois, quatre, cinq substances, & même davantage, qui cristallisent très-régulièrement.

Le plomb combiné avec le bismuth donne des cristaux cubiques très-réguliers.

Le plomb, l'étain & le bismuth fondus ensemble, cristallisent.

Le soufre & l'arsenic combinés avec l'argent, donnent l'argent rouge, qui affecte un grand nombre de formes très-régulières, lesquelles dérivent du dodécaèdre à plans rhombes.

Le soufre, l'arsenic, le fer, le cuivre, l'argent combinés ensemble donnent l'argent gris,

dont les criſtaux ſont des tétraèdres très-réguliers, & qui préſentent beaucoup de modifications.

. . . .

Nous verrons que la même choſe a lieu pour la plupart des pierres.

Le fer ſpathique eſt compoſé d'un ſeul acide, l'air fixe, & de deux baſes, la terre calcaire & la chaux de fer.

Le ſpath boracique eſt compoſé d'acide boracique & de deux baſes, la terre calcaire & la magnéſie.

L'appatit de l'Eſtramadure eſt compoſé de pluſieurs acides & de pluſieurs baſes (§. CXXVI).

Il faut donc que toutes les parties réunies des différentes ſubſtances qui criſtalliſent, ſoit qu'elles ſoient homogènes, comme celles du ſoufre, du phoſphore, des métaux; ſoit qu'elles ſoient compoſées de pluſieurs autres, comme celles des ſels neutres à une ſeule baſe, ou à pluſieurs baſes, affectent la figure d'une des trois lames, la triangulaire, la rectangulaire & la rhomboïdale, auxquelles j'ai rapporté la figure primitive des *molécules conſtituant méchaniquement* chaque criſtal (§. II).

Nous allons faire l'application de ces principes aux différentes criſtalliſations des ſubſtances minérales.

DE LA FIGURE DE LA TERRE.

§. XXIII. La figure de la terre eſt un des points fondamentaux de ſa théorie, parce qu'elle ſuppoſe ſa diſſolution totale, & ſa liquidité.

Les anciens philoſophes avoient les notions les plus préciſes à cet égard. On en a une multitude de preuves ; mais il ſuffit de parler de la baſe de la grande pyramide d'Egypte, qui étoit la quatre cent millième partie d'un grand cercle du globe. Cette pyramide a été conſtruite au moins 907 ans avant l'ère vulgaire, d'autres diſent que les pyramides de la haute Egypte ont été conſtruites 3362 ans avant cette ère.

Dans toutes les hypothèſes, elles ſont bien antérieures à Eratoſthène, Hipparque & toute l'école d'Alexandrie.

On a trois moyens pour déterminer la figure de la terre.

La théorie des forces centrales :

La meſure d'arcs du méridien à différentes latitudes :

La longueur du pendule.

§. XXIV. 1°. Newton rechercha, d'après la théorie des forces centrales, quel devoit être le rapport de l'axe de la terre, & du diamètre

de l'équateur. Il ſuppoſa toutes les parties de matière s'attirer mutuellement, & que par conſéquent toutes les parties du globe peſoient les unes ſur les autres. Il trouva le rapport des deux diamètres comme 229 à 230. Ainſi la terre devoit être élevée ſous l'équateur d'un deux cent trentième de ſon rayon.

Mais d'Alembert a fait voir depuis, qu'un même globe pouvoit avoir différentes figures, d'après un mouvement donné de rotation, ſans que ſes parties ceſſaſſent d'être en équilibre.

Laplace a prouvé qu'il n'y avoit que deux figures poſſibles pour un globe qui auroit une maſſe donnée, en ſuppoſant toutes ſes parties en équilibre.

Il a trouvé que ces deux figures pour le globe de la terre, étoient celles-ci :

En ſuppoſant à la terre un mouvement de rotation ſur ſon axe en 23 heures 56′ 4″, l'axe du pôle eſt au diamètre de l'équateur comme 1 eſt à 1,0043344487. Ces deux axes ſont par conſéquent à peu-près dans le rapport de 231 $\frac{7}{10}$ à 230 $\frac{7}{10}$.

Le demi-axe du pôle eſt = 3260256 toiſes.

Mais la terre pourroit avoir une autre figure ſans que ſes parties ceſſaſſent d'être en équilibre. Il ſeroit poſſible que la rotation de la

Sous l'équateur	36 pouces	7,21 lignes.
A la latitude de 45°	36 pouces	8,35
Sous le cercle polaire	36 pouces	9,09
Sous le pôle	36 pouces	9,41
A la latitude de Paris	36 pouces	8,67

La différence entre la longueur du pendule ſous l'équateur, & celle à la latitude de Paris, eſt de 1,46 ligne, dont 0,86 pour la force centrifuge, & 0,60 pour l'effet de l'applatiſſement.

Car il y a deux élémens qui influent ſur la longueur du pendule :

1°. L'exhauſſement de la terre ſous l'équateur : d'où il s'enſuit qu'un point de ſa ſurface y eſt plus éloigné du centre.

2°. La force centrifuge, qui eſt conſidérable ſous l'équateur, & va en diminuant juſqu'aux pôles, ou elle eſt nulle.

On a calculé quelle devoit être la figure de la terre, d'après ces différentes déterminations de la longueur de la verge du pendule.

En partant de la meſure du pendule priſe à 67° de latitude, par Maupertuis, on a trouvé le rapport des deux axes comme 180 à 181.

Lyons à la latitude de 79° 50′, au Spitzberg, a trouvé la longueur de la verge du pendule, 36 pouces 9,40 lignes; d'où on a conclu le rapport des axes comme 184 à 185.

Ce

Ce résultat diffère peu de celui de 177 à 178 que donne la mesure du méridien faite sous le cercle polaire par Maupertuis & ses collègues.

Les trois données que nous avons pour déterminer la figure de la terre, donnent donc des rapports différens.

La théorie des forces centrales donne	230 à 231.
Le pendule donne	184 à 185.
Les arcs du méridien donnent	303 à 304.

Les géomètres Anglois suivent les données de Newton de 229, à 230.

Les géomètres François s'en tiennent aujourd'hui à la dernière estimation, celle de la Condamine ; & ils supposent que la terre est applatie aux pôles d'environ une trois centième partie de son rayon.

Mais ils ont conclu des observations du pendule, que la terre n'étoit pas homogène, c'est-à-dire, que sa densité moyenne n'étoit pas partout la même, comme nous allons le voir.

Si on s'en tenoit à l'estimation que donne la longueur du pendule, il s'ensuivroit que la rotation du globe, lors de sa formation, étoit beaucoup plus rapide qu'elle n'est aujourd'hui ; & par conséquent les jours plus courts.

Vu l'importance de la matière, je crois nécessaire d'éclaircir une chose qui induit fré-

quemment dans l'erreur ceux qui commencent à étudier ces matières. Ils pensent que le degré du méridien étant plus étendu aux pôles que sous l'équateur, la terre doit être relevée aux pôles & applatie sous l'équateur.

Cela seroit ainsi, en supposant que les graves tendent toujours au centre de la terre; car on voit par la *fig.* 2, *pl.* 1, qu'en supposant la terre elliptique, & appelant C E, le rayon de l'équateur, & C P, le rayon du pôle, si un degré du méridien a plus d'étendue dans un endroit que dans un autre, le globe doit être relevé dans cet endroit, & applati où l'arc est plus petit. Car l'arc *m e* est plus petit que l'arc E *a*.

Mais les graves ne tendent point au centre de la terre. Leur chûte se fait toujours perpendiculairement à sa surface. Or, dans un corps ellipsoïde (*fig.* 3, *pl.* 1) les lignes prolongées verticalement de sa surface à son intérieur ne tendront pas vers un seul point central C, mais passeront par les courbes A *a* B, B *b* D, D *c* F, F *d* A.

Le grave E descendroit suivant la ligne E C.
Le grave M suivant la ligne M *a*.
Le grave Q suivant la ligne Q *a*.
Le grave N suivant la ligne N O.
Le grave P suivant la ligne P B.

La nature de ces courbes est déterminée par les rayons osculateurs. Les géomètres appellent rayons osculateurs l'arc de cercle qui touche l'ellipse, & se confond avec elle sur un petit espace.

Cette figure de la terre conforme à peu-près à la théorie des forces centrales, suppose que la terre a été liquide dans le principe pour obéir à ces forces. Aussi tous les géomètres supposent unanimement sa liquidité.

La figure de la terre dépend de sa rotation, qui s'achève en 23 heures 56′ 4″.

La cause de cette rotation est supposée par tous les géomètres, venir d'une force imprimée à la masse de la terre à une distance de son centre d'un soixante-quatrième de son rayon. Mais qui eut imprimé cette force, si elle n'étoit propre au globe ?

Je suppose donc que cette force est une suite des forces propres des élémens qui composent la terre. Ces forces particulières ne sont pas dans un équilibre parfait entr'elles. Mais il y a un excès d'un côté, ce qui produit la rotation de la masse totale sur son axe, & lui donne en même tems un mouvement progressif elliptique (§. IV), *fig.* 1, *pl.* 1.

DE L'HOMOGÉNÉITÉ DE LA TERRE, ET DE SA DENSITÉ.

§. XXVII. Les ſubſtances que nous connoiſſons à la ſurface du globe ne ſont point homogènes. Ce ſont des granits, des porphyres, des kneiſs, des pierres magnéſiennes, des ſchiſtes, des pierres calcaires, des matières bitumineuſes, des ſubſtances métalliques.... différemment mélangées.

Mais l'intérieur de la terre eſt-il compoſé des mêmes matières? C'eſt une queſtion à laquelle il nous eſt impoſſible de répondre.

Il ſembleroit que les corps les plus peſans ont dû ſe précipiter les premiers; & cette opinion fondée ſur les principes de phyſique eſt appuyée par quelques faits, comme nous allons le voir.

Pour parvenir à déterminer la denſité de la maſſe du globe, il faudroit avoir la denſité moyenne des ſubſtances qui le compoſent. Et nous ne pouvons avoir que celle des corps qui ſont à ſa ſurface, & dans les petites profondeurs où nous avons pu pénétrer. Nous avons des tables de ces denſités, ou peſanteurs

ſpécifiques. Je vais rapporter en nombres ronds celles des principales ſubſtances qui forment des grandes maſſes.

Eau	1000
Granit	2800
Porphyre	2800
Kneiss	2800
Calcaires primitifs	2800
Calcaires ſecondaires	2750
Gypſes	2300
Baſaltes.	2800
Bitumes.	1300
Subſtances métalliques minéraliſées	8000

Mais toutes ces ſubſtances ſont en différentes quantités à la ſurface de la terre, & dans les endroits où nous avons pénétré. On ne peut donc eſtimer leur denſité moyenne que par approximation.

En n'ayant pas égard à la maſſe d'eau, j'eſtimerai la denſité moyenne des autres ſubſtances de 3000.

Les géomètres ont recherché ſi la denſité du globe étoit homogène : ils ont employé la longueur de la verge du pendule pour la déterminer. Car, il eſt certain que ſi ſous le même parallèle, mais à différentes longitudes, la denſité du globe n'étoit pas la même, la longueur de la verge du pendule y varieroit. Suppoſons que les couches du globe ſous

Venise eussent une densité différente que sour Pékin, il est sûr que la verge du pendule n'y auroit point la même longueur. Or, cependant on n'y a point observé de différence sensible: d'où on a conclu que la densité étoit *à peu-près* homogène à la même latitude.

Mais cette densité souffre des variations à différentes latitudes: puisque le pendule est plus long aux pôles, qu'il ne devroit être d'après la théorie des forces centrales, & la mesure des différens arcs du méridien, comme nous l'avons vu, on en conclut que la densité de la terre y est plus grande. Il paroîtroit que cette densité va en diminuant depuis les pôles jusqu'à l'équateur.

Les calculs de la précession des équinoxes, ainsi que ceux de la rotation, prouvent également que la terre n'est point homogène, & que sa densité éprouve des variations.

D'autres observations ont fait croire que cette densité étoit plus considérable à l'intérieur du globe qu'à sa surface, ce qui paroît assez conforme aux loix de la gravité.

Les grandes montagnes dévient le fil à plomb, comme l'on sait. Bouguer a reconnu que Chimboraco y causoit une déviation sensible. Lorsqu'il prenoit la hauteur des étoiles à 1753 toises de la montagne, il la trouvoit toujours diffé-

rente; ſavoir trop grande de 8″ lorſqu'il opéroit au midi, & trop petite de 8″ lorſqu'il opéroit au nord; au lieu que ces hauteurs n'étoient pas affectées, s'il opéroit à 4572 toiſes de la montagne.

Maskeline a également prouvé que la montagne de Schehallien en Écoſſe, dévioit le fil à plomb de 5″8.

On a enſuite calculé la maſſe de ces montagnes. On a trouvé que Chimboraco eſt 7400000000 plus petite que la terre. Mais quand on eſt placé à 1800 toiſes de ſon centre, c'eſt-à-dire, 1800 fois plus près de ce centre que de celui de la terre, ſon attraction devroit être $\frac{1}{2000}$ de celle de la terre. Ainſi elle auroit dû produire treize fois plus d'effet. Il eſt vrai que Chimboraco ayant été un volcan, doit renfermer des cavités, & que les matières dont il eſt compoſé, ayant été en partie calcinées, ont moins de denſité : mais la différence ne ſeroit pas auſſi grande.

Le réſultat de ces calculs a fait conclure à Boſcovich, qu'à quelques lieues au-deſſous de la ſurface du globe étoit un noyau ſphérique *également denſe juſqu'à quelques lieues de cette ſurface*. Car, dit Laplace d'après cette hypothèſe, ſi la terre dans ſon intérieur étoit compoſée de parties auſſi hétorogènes qu'à ſa

ſurface, elles y ſeroient très-probablement rangées auſſi irrégulièrement; & la loi de la peſanteur, loin d'être à *peu-près* uniforme de l'équateur aux pôles comme elle l'eſt, ſeroit aſſujettie à des irrégularités très-ſenſibles.

On a cherché à déterminer par approximation, cette denſité moyenne de ce noyau. On a pris la denſité des montagnes. On ſait quelle eſt leur action pour dévier le fil à plomb, & quel eſt leur volume par rapport à celui de la terre.

Nous venons de voir que l'action de Chimboraco eſt treize fois moins conſidérable qu'elle ne devroit être, ſi ſa denſité étoit égale à celle de la terre. Il eſt vrai qu'on peut lui ſuppoſer des cavités, & que les ſubſtances dont elle eſt compoſée ont moins de denſité que celles des autres montagnes. Néanmoins cela ſeroit encore inſuffiſant.

On a donc, par des approximations, ſuppoſé que la denſité moyenne du noyau de la terre étoit plus conſidérable que celle des montagnes, & étoit quatre fois & demie plus grande que celle de l'eau. Elle ſeroit par conſéquent environ un tiers plus conſidérable que celle des couches extérieures que nous avons vu être trois fois plus grande que celle de l'eau.

Mais je penſe qu'il ne faut pas s'écarter de

la première opinion, que les couches intérieures du globe augmentent de densité, à mesure qu'elles s'approchent du centre de la terre; & qu'elles sont composées d'une manière à peu-près uniforme comme à sa surface, les plus légères & les plus pesantes se compensant mutuellement.

Mais tous ces résultats ne sont que des *à peu-près* qui exigent de nouvelles recherches.

Nous verrons (§. XXX), en parlant du magnétisme, que l'intérieur de la terre contient beaucoup de fer, qui a une assez grande pesanteur.

En supposant l'applattissement de la terre d'un trois centième, les deux rayons de la terre seront 3262237 toises, 3273148 toises.

D'où il suit que la solidité de la terre est de 1230320000 lieues cubiques, les lieues étant de 2283 toises.

Sa surface est de 25772900 lieues quarrées.

Et sa pesanteur, en la supposant quatre fois & demie plus dense qu'un égal volume d'eau, sera égal à 9,959,364,000,000,000,000,000,000 livres, c'est-à-dire, près de dix millions de livres.

DU FLUIDE ÉLECTRIQUE.

§. XXVIII. Un fluide auſſi abondant dans la maſſe du globe que l'eſt le fluide électrique, a dû influer plus ou moins ſur ſa criſtalliſation générale, & ſur celle des différentes ſubſtances minérales en particulier. Mais nos connoiſſances ſont ſi bornées à cet égard, que nous ne pouvons rien avancer de certain.

Les minéraux préſentent trois états différens, par rapport à l'électricité.

1°. Les uns ſont électriques par frottement, ou idio-électriques ; tels ſont le ſuccin (électron), le ſoufre, & la plupart des pierres tranſparentes.

2°. Les autres ſont an-électriques, c'eſt-à-dire, ne s'électriſent point par frottement, mais reçoivent l'électricité par communication : telles ſont toutes les ſubſtances métalliques.

3°. Enfin, des troiſièmes ſont pyro-électriques, c'eſt-à-dire, électriques par la chaleur ; telles ſont la tourmaline, la topaze du Bréſil, la topaze de Sibérie, le ſpath boracique, la calamine de Freyberg.

Mais ce qui nous intéreſſe ici particulière-

ment, est cette masse considérable de fluide électrique, qui paroît exister dans le globe & dans l'atmosphère terrestre. Les physiciens désignent cette masse par le nom de *réservoir commun.*

On doit présumer qu'il y a quelques portions du globe où le fluide électrique est plus accumulé que dans d'autres; car nous voyons que la même chose a lieu pour le fluide magnétique. Nous savons d'ailleurs que les différens corps ne se chargent pas également d'électricité. Si, sur un isoloir, on place des terres, des pierres, des métaux, & qu'on les électrise, chacune de ces substances se chargera différemment d'électricité, en raison de sa capacité à la contenir. Les substances métalliques en seront plus chargées que les terres & les pierres. Parmi les pierres, les magnésiennes en sont meilleurs conducteurs que les autres.

On en doit conclure que, dans le globe, les terreins qui contiendront des substances métalliques à l'état de laisser passer l'étincelle, telles que les montagnes à filons, & les terreins qui contiendront plus de pierres magnésiennes, seront plus chargés d'électricité que les autres terreins.

Il paroît qu'il y a au nord beaucoup de filons, sur-tout du fer, à l'état de laisser passer

l'étincelle : ces filons serviront de conducteur au fluide électrique, dont une partie pourra s'échapper quelquefois dans ces régions, & se verser dans l'atmosphère. Les eaux, les fleuves peuvent encore produire les mêmes effets.

Tandis que dans d'autres instans l'électricité de l'atmosphère se transmettra au globe, par le moyen de ces mêmes filons, & des eaux.

Le même phénomène se présente chaque jour dans la foudre ascendante, qui de la terre gagne l'atmosphère, & la foudre descendante, qui de l'atmosphère se communique à la terre.

Cette communication qu'a le fluide électrique du globe terrestre avec celui qui est dans son atmosphère, s'étend-elle jusqu'au fluide électrique qu'on pourroit soupçonner dans les autres globes, la lune, les planètes, les comètes, les soleils, et dans les fluides intermédiaires ? Nous n'avons aucunes notions sur ces objets ; mais l'analogie feroit soupçonner que tous ces fluides se communiquent.

Une autre question qui se présente, est de savoir si le fluide électrique entre comme principe constituant dans les minéraux & dans les corps organisés. Nous n'avons point de faits positifs ni d'expériences directes qui puissent nous décider à prononcer sur cette matière ;

mais l'analogie paroît faire présumer que ce fluide est un des principes constituans des corps : car nous voyons tous les autres fluides se combiner. Il est donc conforme à l'analogie que celui-ci entre dans les mêmes combinaisons.

Il paroît même que le fluide électrique peut servir à la calcination des substances métalliques. On a calciné des métaux par l'étincelle électrique, même dans le vide de la machine pneumatique (1).

On croit encore qu'il peut influer sur la cristallisation des substances salines. Quelques expériences paroissent le faire présumer.

Par conséquent il influeroit aussi sur la cristallisation des substances minérales.

Mais ces apperçus exigent de nouvelles expériences.

La nature du fluide électrique n'est pas connue. Il brûle comme le feu ; il est lumineux comme la lumière ; il détonne comme l'air inflammable ; il est sensible au tact, à l'odorat ... Il est par conséquent plus grossier que le feu, le fluide lumineux, la matière de la chaleur ...

J'ai supposé qu'il a beaucoup d'analogie avec

---

(1) Journal de Physique 1788.

l'air inflammable (1), quoiqu'il ait quelques propriétés différentes, comme d'être plus subtil.

Œpinus suppose deux fluides électriques; mais il ne l'a pas prouvé.

DE L'AURORE POLAIRE.

§. XXIX. Ce phénomène appartient plutôt à la météorologie qu'à la théorie de la terre. Mais comme ce qui se passe dans l'atmosphère doit affecter le globe lui-même, j'ai cru qu'il falloit faire mention de ce météore.

L'aurore polaire est une lumière vive, qui paroît dans l'atmosphère vers les pôles de distance à autre, mais sans époque fixe. Mairan a fait un recueil des observations les plus exactes qu'on ait sur les aurores boréales, & il en résulte qu'elles ont été beaucoup plus fréquentes dans certaines années, dans certains siècles que dans d'autres. Mais on ne peut établir aucune règle certaine à cet égard, parce qu'il n'y a pas assez de tems qu'on fait des observations exactes sur ces sortes de phénomènes.

---

(1) Essai sur l'air pur, &c.

Cette lumière eſt peu vive dans nos climats : ſa couleur eſt ordinairement rouge, ou rouge orangée.

Mais vers les pôles, ſur-tout pendant les longues nuits de leur hiver, cette aurore eſt un phénomène météorologique de la plus grande beauté. Elle ſe prolonge ſouvent comme un grand nuage, jetant une grande maſſe de lumière, ſous forme de jets de feux colorés des plus vives couleurs. Quelquefois elle a la forme d'un arc-en-ciel ; d'autres fois c'eſt une grande maſſe lumineuſe, d'où partent des jets enflammés.

Ces jets de lumière ſont même ſouvent accompagnés de pétillemens, comme des étincelles électriques.

Tous ces faits paroiſſent ne laiſſer aucun doute que l'aurore polaire ne ſoit un phénomène électrique. Des nuages différens, fortement électriſés, les uns poſitivement, les autres négativement, venant à ſe toucher, ſe ſoutirent des étincelles.

Dans les climats chauds & tempérés, les nuages électriſés poſitivement ſe déchargent facilement par le moyen des eaux & des terreins humides. Mais dans les zones glaciales, les glaces & les neiges ſont de mauvais con-

ducteurs du fluide électrique. Il doit donc s'accumuler dans les nuages (1).

Mais nous avons vu que les filons métalliques sont conducteurs de l'électricité (§. XXVIII); & comme ils sont très-abondans vers les pôles, ils peuvent servir tantôt à soutirer le fluide électrique de l'atmosphère, tantôt à y en verser. Ces filons contribueront peut-être ainsi à la formation des aurores polaires ; car indépendamment des étincelles que se soutirent des nuages électrisés positivement & négativement, il n'est pas douteux que souvent l'aurore polaire est produite par le fluide électrique, qui de l'atmosphère passe dans le globe, ou qui du globe passe dans l'atmosphère, comme cela a lieu dans la foudre ascendante & descendante.

Les nuages d'où part l'aurore polaire étant souvent très-élevés, se trouvent dans un air raréfié : l'électricité s'y répand avec diffusion, & donne cette lumière vive & diffuse, telle que nous l'obtenons avec nos appareils, sous la cloche de la machine pneumatique dans un air rare.

Les couleurs différentes qui se manifestent dans l'aurore polaire, sont dues aux réfractions

(1) Franklin, Journal Physique, 1779, juin.

qu'éprouve

qu'éprouve la lumière dans l'air nébuleux de ces régions froides.

Les phénomènes de l'aurore polaire paroissent se passer dans l'atmosphère de la terre.

Et comme on a vu la même aurore boréale à de très-grandes distances, on a cherché à déterminer, par ce moyen, la hauteur de notre atmosphère.

Le 18 du mois d'octobre 1786, on vit une aurore boréale à Rome & à Paris, éloignés de trois cents lieues. Le calcul a fait voir qu'il falloit qu'elle fût à la hauteur de 266 lieues pour être apperçue de ces deux endroits au même instant.

Le 15 février 1730, on vit une aurore boréale à Genève & à Montpellier : d'où on a conclu que sa hauteur devoit être à cent soixante lieues.

Le 8 octobre 1731, on en vit une autre à Copenhague & à Brêuillepont, proche d'Evreux : d'où on a calculé que sa hauteur étoit à deux cent cinquante lieues.

Ceci a fait conclure à Mairan que la hauteur de l'atmosphère avoit au moins trois cents lieues.

DU FLUIDE MAGNÉTIQUE.

§. XXX. Il ne ſera point ici queſtion de la manière dont agit le fluide magnétique ; nous ne le conſidérerons que dans ſes rapports avec le globe terreſtre.

Ce fluide paroît agir dans la direction des méridiens d'un pôle à l'autre. On a diſtingué, relativement à cette action, les deux pôles ſud & nord, parce qu'une des deux pointes de l'aiguille ſe dirige toujours à-peu-près au nord, & l'autre au ſud.

On diſtingue particulièrement deux phénomènes dans l'action qu'exerce le magnétiſme ſur l'aiguille ; l'une eſt l'inclinaiſon, & l'autre eſt la déclinaiſon.

§. XXXI. Si, dans nos contrées, on place l'aiguille ſur un bain de mercure, on voit que ſon pôle nord s'incline beaucoup à l'horizon, & le pôle ſud s'élève au-deſſus du niveau du mercure. C'eſt ce qu'on appelle *inclinaiſon* de l'aiguille.

Cette inclinaiſon varie, ſuivant les latitudes. Il paroîtroit d'abord que ſous l'équateur, à une égale diſtance des pôles, l'inclinaiſon devroit

être nulle. Cela seroit, si la force magnétique étoit égale aux deux pôles. Mais il paroît qu'en général elle est plus considérable au pôle sud ; car l'aiguille s'incline au sud bien en-delà de l'équateur par les latitudes boréales.

Cette inclinaison augmente ensuite à mesure qu'on approche des pôles.

Bayli a vu l'inclinaison de 73° 32′ par les 47° 50′ de latitude australe & 131° de longitude.

Phipps l'a trouvée de 82° par les 79° 44′ de latitude boréale, & 26° de longitude. C'est la plus grande inclinaison qu'on ait encore observée.

§. XXXII. Mais la direction de l'aiguille n'est pas toujours précisément vers les pôles. Elle s'en écarte plus ou moins dans la plupart des contrées. C'est ce qu'on appelle DÉCLINAISON. Cette déclinaison varie chaque année.

Les physiciens, & sur-tout les navigateurs, ont fait un grand nombre d'observations pour constater la direction de l'aiguille à différentes latitudes & à différentes longitudes. Mais ce travail est encore bien éloigné de sa perfection. La plupart des voyageurs n'avoient point les connoissances nécessaires pour faire, avec soin, ces observations, & les boussoles n'étoient pas assez bien construites pour ne pas

laisser une grande latitude à l'erreur : & même aujourd'hui qu'elles sont plus perfectionnées, on ne peut pas répondre d'une erreur de deux ou trois degrés. Néanmoins, je vais rapporter celles de ces observations qui paroissent les plus exactes.

En 1580, la direction de l'aiguille, à Paris, étoit à 11° 30′ à l'est.

En 1610, elle étoit à 10° à l'est.

En 1666, elle étoit précisément au pôle.

Elle avoit par conséquent, en quatre-vingt-six ans, avancé de 11° 30′ vers le nord.

Elle demeura à-peu-près stationnaire quelque tems. Mais en 1670, elle déclinoit déjà de 1° 30′ à l'ouest. Cette déclinaison s'est soutenue; & à la fin de 1793, elle étoit de 22° 50′ à l'ouest.

Cette marche n'a pas toujours été uniforme. Elle a été plus rapide pendant quelques années, plus retardée dans d'autres; &, depuis 1769, elle paroît se ralentir; elle a même été rétrograde quelquefois.

Cette déclinaison a donc parcouru 34° 20′ en deux cent treize années, c'est-à-dire, depuis 1580, où sa direction étoit à 11° 30′ à l'est, jusqu'en 1793, où sa direction étoit de 22° 50′ à l'ouest.

D'où on conclura que si elle suit la même marche proportionnellement, elle emploiera deux mille deux cent trente-trois années pour parcourir 360°, & revenir à l'est à 11° 30′, où elle étoit en 1580.

Mais cette déclinaison suivra-t-elle la même progression, & parcourra-t-elle les 360° ? C'est ce que nous ignorons, & ce qui ne paroît pas vraisemblable.

Un des phénomènes qui intéresse le plus le géologue, est que cette déclinaison varie dans les différens points de la surface de la terre.

Dans certains endroits, elle décline à l'est.

Dans d'autres, elle décline à l'ouest.

Enfin, il est des contrées où la direction de l'aiguille est précisément vers les pôles. C'est ce qu'on appelle BANDES SANS DÉCLINAISON.

Différens physiciens ont tracé sur la surface du globe plusieurs de ces bandes sans déclinaison. Halley est un des premiers qui ait entrepris ce travail.

Wilcke, en 1768, traça une nouvelle carte de ces variations, que Monnier a fait réimprimer dans les mémoires de l'académie de Paris, en 1772.

Mourtaine & Dodson en ont donné une autre, fondée sur plus de cinquante mille observations.

naiſon, ſur l'Océan Indien, eſt à l'orient du cap Comorin.

Wilcke marque une autre bande ſans déclinaiſon, qui paſſe par les Philippines, & s'étend du côté de la Nouvelle-Hollande.

Nous devons à Cook & à pluſieurs autres voyageurs modernes les obſervations les plus précieuſes ſur la direction de l'aiguille dans les diverſes contrées qu'ils ont parcourues.

Il paroît, par les obſervations de Cook, qu'en 1780 cette bande ſans déclinaiſon commençoit aux 122° & 123° de longitude, & les 1, 2, 3, & 4° de latitude boréale entre Sumatra & Bornéo. Il a encore trouvé cette même bande à 140° de longitude, & 2° de latitude.

Bougainville, en 1766, avoit auſſi trouvé cette déclinaiſon zéro par les 149 & 151° de longitude, & 1 ou 2° de latitude auſtrale.

Cook a ſuivi cette bande ſans déclinaiſon juſques ſur les côtes du Japon & l'île de Soufre par les 40° de latitude, & 160° de longitude, en paſſant à l'occident des îles Marianes.

Cette bande a été ſuivie dans l'hémiſphère auſtral juſqu'à 44° de latitude auſtrale, & 156° de longitude, qu'elle fut obſervée par Fureau le 6 mars 1773.

Cette bande formeroit donc une eſpèce de

courbe dont le ſommet ſera auprès de Sumatra ſur l'équateur, & une des branches s'étendroit d'un côté vers le Japon, & l'autre vers la Nouvelle-Hollande.

Le ſommet de cette bande ſans déclinaiſon vers Sumatra ſeroit éloigné de la première de 138°, & ſes branches de 180 à 190° aux latitudes de 40°.

Mais différentes obſervations, comme nous venons de le voir, paroiſſent prouver que cette bande peut ſe ſoutenir ſous l'équateur ſans déclinaiſon pendant un grand eſpace, peut-être 20 à 30° de longitude.

Les voyageurs ont reconnu une troiſième bande ſans déclinaiſon, où l'aiguille eſt tournée aux pôles. C'eſt dans la mer du ſud, par les 252° de longitude, depuis trois ou quatre degrés de latitude nord juſqu'à environ 55° de latitude auſtrale, qu'elle a été reconnue par Bougainville.

Cette troiſième bande ne ſeroit par conſéquent éloignée que d'environ 100° de la première à l'orient, & 110° de la ſeconde à l'occident.

Je vais rapporter les obſervations des voyageurs qui ont déterminé l'exiſtence de ces bandes ; elles ſont rapportées au méridien de l'île de Fer.

Première bande ſans déclinaiſon.

	Déclinaiſ. à l'eſt.		latitude boréale.		longitude [Ile de Fer].	
Gerard de Brahm,	1°	35'	30°	30'	294°	55'
en 1777.	1	30	33	30	300	
	0	0	35	30	302	35
1771.	1	45	34	38	303	38
en 1774.	0	15	27	37	315	47
	0	45	14	31	327	9
Fleurieu, 1769, 28 avr.	0	0	14	45	329	55
	Déclinaiſ. à l'oueſt.		latitude boréale.			
28 juill. 1771.	0	0	35	38	304	51
1774.	0	30	29	9	317	24
	Déclinaiſ. à l'eſt.		latitude auſtrale.		longitude.	
Cook, 5 ſept. 1776.	0	5	6	45	344	43
6 ſept.	0	7	7	18	343	28
11 ſept.	0	12	14	11	342	46
13 ſept.	0	40	16	12	342	15
29 ſept.	0	40	29	29	348	23

Seconde bande ſans déclinaiſon.

	Déclinaiſ. à l'eſt.		latitude boréale.		longitude.	
Cook, 1 févr. 1780.	0°	25'	1°	4'	123°	8'
30 janv. 1780.	0	36	3	37	122	28
	0	2	19	25	131	25
	0	6	1	57	139	39
	0	6	21	56	148	39
	0	24	22	14	148	41
Cook, décemb. 1777.	0	23	40	2	160	35
Cook, 19 nov. 1779.	0	41	22	14	148	41
	0	48	35	24	159	35

	Déclinaiſ. à l'eſt.		latitude auſtrale.		longitude.	
	1°	55'	0°	17'	151°	58'
gainville, 1766.	0	40	1	52	149	53
	0	22	4	29	144	53
	0	43	9	15	122	29
au, 6 mars 1773.	0	55	43	36	156	17

Troiſième bande ſans déclinaiſon.

	Déclinaiſ. à l'eſt.		latitude auſtrale.		longitude.	
15 octob. 1765.	0°	0'	21°	10'	253°	18'
gainville, 1766.	0	39	23	24	266	0
, 30 mars 1774.	1	27	9	24	251	34
2 octob. 1774.	1	28	54	56	252	25

obſervations ont été confirmées par les rs voyageurs; je me contenterai de rapcelles du capitaine Dixon, qui a fait r du globe en 1785, 1786, 1787, & , ſur le *King-George*: & *Queen-Char-*

es de déclinaiſons obſervées par Dixon en 1785, 1786, 1787, 1788.

		lat tude nord.		longitude. [Ile de Fer.]		Déclinaiſ. oueſt.	
785 octobre	30.	13°	20'	354°	26'	9°	20'
novembre	1.	10	6	355	15	10	16
	6.	7	14	355		11	2
	9.	5	28	356	10	9	30
	14.	1	22	356		9	26
		latitude ſud.					
	17.	1	27	351	30	5	58
	23.	11	28	346	5	2	58
	26.	17 environ		343	30	0	

Première bande ſans déclinaiſon.

	Déclinaiſ. à l'eſt.	latitude boréale.	longitude [Ile de Fer].
Gerard de Brahm,	1° 35'	30° 30'	294° 55'
en 1777.	1 30	33 30	300
	0 0	35 30	302 35
1771.	1 45	34 38	303 38
en 1774.	0 15	27 37	315 47
	0 45	14 31	327 9
Fleurieu, 1769, 28 avr.	0 0	14 45	329 55
	Déclinaiſ. à l'oueſt.	latitude boréale.	
28 juill. 1771.	0 0	35 38	304 51
1774.	0 30	29 9	317 24
	Déclinaiſ. à l'eſt.	latitude auſtrale.	longitude.
Cook, 5 ſept. 1776.	0 5	6 45	344 43
6 ſept.	0 7	7 18	343 28
11 ſept.	0 12	14 11	342 46
13 ſept.	0 40	16 12	342 15
29 ſept.	0 40	29 29	348 23

Seconde bande ſans déclinaiſon.

	Déclinaiſ. à l'eſt.	latitude boréale.	longitude.
Cook, 1 févr. 1780.	0° 25'	1° 4'	123° 8'
30 janv. 1780.	0 36	3 37	122 28
	0 2	19 25	131 25
	0 6	1 57	139 39
	0 6	21 56	148 39
	0 24	22 14	148 41
Cook, décemb. 1777.	0 23	40 2	160 35
Cook, 19 nov. 1779.	0 41	22 14	148 41
	0 48	35 24	159 35

	Déclinaif. à l'eft.		latitude auftrale.		longitude.	
	1°	55′	0°	17′	151°	58′
Bougainville, 1766.	0	40	1	52	149	53
	0	22	4	29	144	53
	0	43	9	15	122	29
Fureau, 6 mars 1773.	0	55	43	36	156	17

Troisième bande sans déclinaison.

	Déclinaif. à l'eft.		latitude auftrale.		longitude.	
Byron, 15 octob. 1765.	0°	0′	21°	10′	253°	18′
Bougainville, 1766.	0	39	23	24	266	0
Cook, 30 mars 1774.	1	27	9	24	251	34
2 octob. 1774.	1	28	54	56	252	25

Ces obfervations ont été confirmées par les derniers voyageurs; je me contenterai de rapporter celles du capitaine Dixon, qui a fait le tour du globe en 1785, 1786, 1787, & 1788, fur le *King-George*: & *Queen-Charlotte*.

Tables de déclinaifons obfervées par Dixon en 1785, 1786, 1787, 1788.

		latitude nord.		longitude. [Ile de Fer.]		Déclinaif. oueft.	
1785 octobre	30.	13°	20′	354°	26′	9°	20′
novembre	1.	10	6	355	15	10	16
	6.	7	14	355		11	2
	9.	5	28	356	10	9	30
	14.	1	22	356		9	26
		latitude fud.					
	17.	1	27	351	30	5	58
	23.	11	28	346	5	2	58
	26.	17	environ	343	30	0	

		latitude nord.		longitude.		Déclinaif. à l'oueft.	
1788 avril	28.	27°	0′	71°	36′	19°	30′
	30.	28	9	67	00	21	0
mai	2.	29	17	64	42	24	35
	15.	36	7	41	9	24	12
juin	2.	30	48	29	12	21	13
	16.	16	18	13	32	16	2

Ces obfervations de Dixon, faites dans trois années confécutives, nous retracent les trois bandes fans déclinaifon.

Il a paffé fur la première au 26 novembre 1785, par les 17° de latitude auftrale, & 343° de longitude.

Il traverfa la troifième au mois d'avril 1786 par les 17° de latitude auftrale, & les 270° de longitude.

Enfin, il paffa la feconde au mois de février 1788 par les 5° de latitude nord, & 122° de longitude.

On voit les grandes variations qu'a éprouvées l'aiguille à d'affez petites diftances.

Ces obfervations préfentent encore un phénomène intéreffant.

Depuis le 31 mars 1786, par les 25° de latitude nord, & les 276° de longitude, la déclinaifon s'eft foutenue à-peu-près à 5° jufqu'au 8 mai par les 17° de latitude fud l'ef-

	latitude nord.		longitude.		Déclinaif. eft.	
1786 août 27.	59°	0′	231°	47′	28°	10′
feptembre 7.	58	5	239	42	24	0
19.	51	56	244	13	24	18
29.	49	15	249	55	20	0
octobre 5.	44	6	246	26	19	25
27.	32	27	232	3	11	46
31.	29	05	229	31	9	27
1787 avril 5.	46	50	227	10	18	10
14.	55	37	230	56	19	34
16.	58	9	230	54	19	8
mai 16.	59	23	232	10	29	38
juin 12.	57	3	241	54	27	59
juillet 1.	55	22	243	30	24	27
5.	53	48			24	28
août 16.	41	40	246	30	16	16
25.	27	37	237	22	9	18
28.	24	4	234	24	8	37
29.	23	21	233	24	6	6
feptembre 21.	18	23	216	17	8	0
24.	13	56	213	28	8	10
28.	13	41	205	59	8	43
octobre 5.	13	47	195	7	12	0
11.	13	5	185	24	12	10
18.	13	22	171	24	8	21
octobre 20.	14	1	167		7	15
23.	15	25	161	3	5	34
29.	19	2	147	46	1	25
					Déclinaif. à l'oueft.	
1788 février 15.	16	33	131	18	2	17
23.	5	31	122	34	0	22
avril 19.	21	45	86	6	16	15

tous ces faits, eſt, 1°. qu'il ne paroît exiſter aujourd'hui que trois bandes principales ſans déclinaiſon.

La première a été obſervée à 35° de latitude boréale, & 303° de longitude.

Elle deſcend juſqu'à 14° de latitude, & ſe coude juſqu'à 329° de longitude.

On ne l'a pas encore obſervée ſous l'équateur; mais par les 350° de longitude à zéro de latitude, la déclinaiſon a été trouvée de 4° 25′ à l'oueſt.

A 6° 45′ de latitude auſtrale, 344° 45′ de longitude, Cook a trouvé la déclinaiſon zéro en ſeptembre 1776. Cette bande s'eſt ſoutenue à zéro juſqu'à 30° de latitude, & 348° de longitude.

Cette bande paroît encore ſe prolonger plus loin vers le pôle auſtral.

Mais au nord, elle paroît s'incliner beaucoup à l'oueſt, puiſque la Peyrouſe & l'Angle, à 62° de latitude boréale, & 318 degrés de longitude, ont trouvé la déclinaiſon 45° à l'oueſt. D'où je conclurai qu'à cette latitude, & plus au nord la bande ſans déclinaiſon doit être à environ 290° de longitude.

La ſeconde bande ſans déclinaiſon paroît commencer ſur les côtes du Japon par les

40°

100° de latitude boréale, & les 160° de longitude.

Elle souffre plusieurs inflexions jusqu'à l'équateur, où elle se prolonge depuis Sumatra à 122° de longitude jusques peut-être à 150° de longitude, que Bougainville dit l'avoir observée.

Elle s'étend ensuite dans l'hémisphère austral jusqu'à 44° de latitude, & 156° de longitude.

La troisième bande sans déclinaison commence par les 252° de longitude, & les 55° de latitude australe, & s'étend jusqu'à l'équateur, & peut-être au-delà.

2°. Ces bandes sans déclinaison se prolongent plus ou moins vers chaque pôle, mais sans suivre le même méridien. Il paroît que le voisinage des continens influe sur ces inflexions.

3°. Indépendamment de ces bandes, il est beaucoup d'endroits où l'aiguille éprouve des variations considérables dans sa direction ; & sa déclinaison n'y est point telle que l'indiqueroit sa longitude ou sa distance à la bande sans déclinaison. On peut même dire qu'en général il n'est presque point d'endroits où la déclinaison soit ce qu'elle devroit être, à raison de sa longitude & de sa latitude.

4°. Il est plusieurs endroits où l'aiguille n'a

ſont à-peu-près à égale diſtance, produiſit la troiſième bande ſans déclinaiſon. Il eſt cependant plus vraiſemblable que ce troiſième centre de la force magnétique ſubſiſte.

§. XXXIV. J'ai recherché ſi, d'après les obſervations, on pourroit déterminer à-peu-près les lieux où ſont ces pôles magnétiques, ou centres d'activité de l'action magnétique. Voici quelques données qui ne me paroiſſent pas ſans fondement.

L'Angle a trouvé la déclinaiſon 45° à l'oueſt, 62° de latitude, & 318° de longitude ſur les côtes du Labrador, à la partie orientale de l'Amérique.

Dixon, à la partie occidentale de l'Amérique, par les 60° de latitude, & 231° de longitude, a trouvé cette déclinaiſon 30° à l'eſt.

Ces obſervations ſont faites à-peu-près ſous les mêmes parallèles, & à la diſtance de 87° de longitude, ou 800 lieues environ. L'aiguille, dans ces deux contrées, tend à-peu-près au même endroit. En tirant de ces deux points deux lignes, elles ſe couperont à-peu-près vers les 71° de latitude, & les 290° de longitude.

Ce ſeroit là où on pourroit ſuppoſer à-peu-près le centre d'activité de ce pôle magnétique.

La bande sans déclinaison seroit donc à cette latitude par les 290° de longitude.

Le voyageur, qui, dans ces régions, observeroit à 71° de latitude boréale, pourroit trouver la déclinaison de 180°; & s'il pénétroit encore plus près du pôle, la pointe nord de l'aiguille déclineroit de plus de 180°, c'est-à-dire, qu'elle déclineroit au sud.

On sent que ces apperçus exigent un grand nombre d'observations pour les confirmer.

La bande sans déclinaison seroit donc à cette latitude envion 290° de longitude, tandis que sous l'équateur, elle paroît être à environ 340° de longitude, & qu'en avançant vers le sud, elle est peut-être 350°.

Cette inflexion peut être occasionnée par le continent.

Voilà un grand nombre de faits intéressans, dont il est sans doute difficile d'assigner la cause. Mais avant de la rechercher, considérons tout ce qui agit sur l'aiguille aimantée.

§. XXXV. Le fluide électrique a une grande influence sur la direction de l'aiguille. Elle est agitée dans les tems d'orage. Un coup de tonnerre peut même lui faire perdre sa direction, & la faire affoler.

§. XXXVI. L'aurore boréale cause également de l'agitation à l'aiguille.

§. XXXVII. Elle eſt encore agitée lors de l'éruption des volcans & des tremblemens de terre. C'eſt ſans doute par la même cauſe, l'électricité, qui eſt très-abondante dans les éruptions des volcans.

§. XXXVIII. L'action des rayons du ſoleil, ou de la chaleur, eſt encore très-marquée ſur la direction de l'aiguille. Elle éprouve des variations ſenſibles à différentes heures de la journée, & dans différens tems de l'année.

Du ſolſtice d'hiver à l'équinoxe du printems, elle s'éloigne du nord, & marche à l'oueſt.

Depuis l'équinoxe, elle ſe rapproche du nord pendant deux mois.

Elle eſt enſuite ſtationnaire juſqu'au ſolſtice d'été.

Elle s'éloigne du nord dans le cours du mois qui ſuit le ſolſtice.

Les deux mois ſuivans, elle ſe rapproche du nord juſqu'à l'équinoxe de l'automne.

Elle eſt enſuite ſtationnaire pendant un mois.

Les deux mois ſuivans, elle s'avance à l'oueſt juſqu'à l'équinoxe du printems.

Son plus grand éloignement du nord vers l'oueſt, eſt à l'équinoxe du printems.

Et son plus grand rapprochement du nord est à l'équinoxe d'automne. Mais elle a des oscillations & des stations dans cet intervalle; de manière cependant que le résultat général de ce balancement est qu'elle avance vers l'ouest de quelques minutes chaque année.

Indépendamment de ces mouvemens annuels, elle en éprouve encore chaque jour deux bien distincts. Depuis huit à neuf heures du soir, elle s'éloigne du nord jusqu'à huit heures du matin; en déclinant à l'ouest.

Et depuis huit heures du matin jusqu'à deux heures après midi, elle se rapproche ensuite du nord.

Elle éprouve des oscillations jusqu'à sept à huit heures du soir.

On voit que le mouvement diurne correspond au mouvement annuel.

L'aiguille, pendant les froids depuis l'équinoxe d'automne jusqu'à celui du printems, s'écarte du nord pour décliner à l'ouest.

Elle décline également à l'ouest pendant le froid de la nuit, depuis huit heures du soir jusqu'à huit heures du matin.

Pendant les chaleurs de l'été, depuis l'équinoxe du printems jusqu'à celui d'automne, elle revient de l'ouest au nord.

Et, pendant la chaleur du jour, depuis

huit heures du matin jusqu'à huit heures du soir, elle revient de l'ouest au nord.

On sait que les rayons du soleil produisent une électricité plus ou moins considérable dans l'air. L'électricité de l'atmosphère est plus forte l'été que l'hiver, le jour que la nuit.

Seroit-ce cette électricité de l'été & du jour plus forte que celle de l'hiver & de la nuit, qui, dans ces intervalles, ramèneroit l'aiguille de l'ouest au nord, tandis qu'elle retourneroit à l'ouest en hiver & pendant la nuit, tems où l'électricité est plus foible ?

Mais l'électricité de l'atmosphère ne paroit pas assez constante pour produire des effets aussi réguliers que l'est la déclinaison annuelle & diurne de l'aiguille.

§. XXXIX. Il se présente maintenant plusieurs questions à discuter.

1°. Quelle est la cause qui peut ainsi faire varier l'aiguille dans les différens points de la surface de la terre pendant la même année ?

2°. Quelle est la cause qui produit ses déclinaisons annuelles, & la fait décliner à l'ouest dans nos contrées, & à l'est par-delà les 157° de longitude jusqu'aux 230° ?

3°. Quelle est la cause de ses variations dans les différens tems de l'année ?

4°. Quelle est la cause de ses variations diurnes ?

Halley supposoit qu'il y avoit dans le centre du globe un noyau magnétique, qui agit sur l'aiguille aimantée, & que ce noyau a un mouvement particulier, qui est indiqué par la variation de l'aiguille, & sa déclinaison annuelle.

Il est certain que le phénomène du changement dans la direction de l'aiguille ne peut avoir sa source que dans une cause physique, qui agit d'une manière uniforme, & qu'il faut bien supposer résider dans le globe.

Mais l'hypothèse de Halley a le désavantage de ne point satisfaire à tous les phénomènes; car ce noyau agissant d'une manière uniforme, la direction de l'aiguille & sa déclinaison devroient être les mêmes dans tous les points de la terre : & cependant elles varient dans les différentes contrées.

Aussi Æpinus, en admettant l'hypothèse de Halley, a-t-il été obligé d'y apporter des modifications. Il suppose que le noyau magnétique éprouve des changemens locaux & irréguliers.

Cela ne satisfait point encore aux phénomènes. Nous avons vu que chacun des deux hémisphères a au moins deux pôles magnéti-

ques. Il faudroit donc au moins ſuppoſer dans chaque hémiſphère deux noyaux magnétiques, dont le mouvement correſpondroit à chacun des deux pôles magnétiques.

Cette ſuppoſition ne ſuffiroit même pas encore. L'aiguille éprouve preſque par-tout des variations particulières. Il faudroit donc encore des noyaux particuliers pour ces phénomènes locaux.

Enfin, comment, dans cette hypothèſe, expliquer les variations que l'aiguille éprouve dans différens tems de l'année & dans les différentes heures du jour ?

D'autres ont recours à des mines d'aimant, ou de fer attirable, qu'on a ſuppoſé être très-abondantes aux pôles, ſoit boréal, ſoit auſtral. C'eſt ce qui fait diriger l'aiguille vers ces deux pôles. Mais, ajoute-t-on, quelques-unes de ces mines ſe détruiſent, d'autres ſe reproduiſent : ce qui change le centre d'activité, & produit la déclinaiſon qu'on a obſervée.

On ne peut nier l'action des mines d'aimant ſur l'aiguille. Tachard rapporte, qu'ayant été viſiter une mine d'aimant dans le voiſinage de Siam, l'aiguille s'affoloit auſſi-tôt qu'elle en approchoit (1).

(1) Hiſt. des Voyages, tom. IX, pag. 206.

Mais il eſt contre toute probabilité que des mines ſe détruiſiſſent & ſe régénéraſſent, avec la régularité néceſſaire, pour produire les différens pôles magnétiques que nous avons vu exiſter dans chacun des deux hémiſphères, & qui agiſſent d'une manière à-peu-près uniforme.

Pluſieurs ſavans penſent que le fluide magnétique eſt de la même nature que le fluide électrique, & que tous les mouvemens de l'aiguille doivent être attribués au fluide électrique que nous avons vu être ſi abondant dans le globe.

Mais Wanswinden a prouvé que, quoiqu'il y ait beaucoup de rapport entre le fluide électrique & le fluide magnétique, ils ont cependant des propriétés totalement diſtinctes, qui ne permettent pas de les confondre.

Æpinus admet deux fluides magnétiques, comme il admet deux fluides électriques. Mais c'eſt une ſimple hypothèſe qu'il n'a pu prouver.

Au reſte, que le fluide magnétique ne ſoit qu'une modification du fluide électrique, ou qu'il ſoit un fluide particulier, il eſt certain, comme nous l'avons vu, que l'électricité produit des variations dans l'aiguille aimantée.

§. XL. Si j'avois une opinion à émettre dans cette matière difficile, je dirois :

La densité de la partie intérieure de la terre est quatre fois & demie plus considérable que celle de l'eau (§. XXVII.), & un tiers plus considérable que celle de la croûte extérieure. Ceci suppose que cette partie centrale de la terre contient beaucoup de substances métalliques. Or celle de ces substances, qui est la plus commune, est le fer, qui se trouve partout. On est donc fondé à supposer qu'il y a beaucoup de fer dans l'intérieur du globe.

Ce fer sera ou à l'état d'aimant, ou à l'état d'être attirable.

Ces masses d'aimant ou de fer auront leurs deux pôles, comme tout aimant.

Ces pôles correspondent à-peu-près à ceux de la terre.

En conséquence, l'aiguille se dirigera à-peu-près vers les pôles de la terre.

Je dis à-peu-près, parce que cette direction n'est pas la même dans les différens points de la surface du globe ; ce qui a fait supposer deux ou plusieurs pôles magnétiques dans chaque hémisphère.

Pour entendre ce qui, suivant moi, constitueroit ces différens pôles magnétiques, il faut supposer que ces masses intérieures de fer

ou d'aimant sont rangées principalement le long de l'axe de la terre, & que leurs centres d'activité se dirigent aux deux extrémités de cet axe, plutôt que vers quelques points de l'équateur, ou sur un des diamètres de l'équateur.

Mais il y a différentes portions du globe où les mines seront plus abondantes que dans d'autres : & même nulle part elles ne sont égales. C'est ce qui fera voir la direction de l'aiguille dans toutes les contrées, & même quelquefois les fera affoler.

Voilà ce qu'on peut supposer être la cause principale du magnétisme de la terre.

Ce magnétisme est ensuite modifié par des causes accessoires.

La principale des causes doit être l'électricité, ensuite l'aurore boréale, & l'éruption des volcans.

L'électricité atmosphérique est plus forte l'été que l'hiver, le jour que la nuit. C'est ce qui, en été & pendant le jour, ramène l'aiguille vers le nord.

Ceci supposeroit donc que le pôle magnétique de ces contrées seroit à l'ouest, & que l'électricité agiroit dans la direction du méridien. Par conséquent, l'hiver ou la nuit la déclinaison seroit plus à l'ouest. Mais, comme

je l'ai déjà dit, l'électricité atmosphérique ne paroît pas agir d'une manière assez uniforme pour produire des effets aussi réguliers que le sont les mouvemens annuels & diurnes de l'aiguille.

Néanmoins la plus grande difficulté que présente cette matière, est la déclinaison périodique de l'aiguille, soit à l'ouest, soit à l'est.

On avoit cru appercevoir que l'aurore boréale étoit plus fréquente à l'ouest qu'à l'est, & l'aurore boréale agit sur l'aimant.

Mais l'aurore boréale, telle que nous la connoissons, ne paroît que par intervalles & à des époques irrégulières. Ainsi, son action ne sauroit produire des effets constans.

Pourroit-on dire que l'électricité du globe s'échappant tantôt par les pôles, & que celle de l'atmosphère se communiquant d'autres fois au globe par les mêmes pôles (§. XXVIII), comme paroissent le prouver les phénomènes de l'aurore boréale, cette action se dirige plus à l'ouest qu'à l'est ?

Les grands volcans d'Islande, de Kamtschatka peuvent aussi influer sur ces phénomènes.

J'avois encore recherché si la lumière du soleil, ou sa chaleur, pouvoient coopérer à ces effets, & faire décliner l'aiguille tantôt à

l'eſt, tantôt à l'oueſt. Nous avons vu que, pendant les chaleurs de l'été & du jour, elle revient au nord. Or la chaleur diminue aux pôles (§. LXIV.). Mais elle doit diminuer plus à l'eſt, du côté de la Sibérie (§. LXV.), qu'à l'oueſt, du côté de l'Amérique ; car dans ces dernières régions, la culture, le deſſèchement des terreins, la deſtruction des forêts... diminuent l'intenſité du froid (§. LIII. (. Cette cauſe paroîtroit donc devoir faire diriger l'aiguille vers l'Amérique ſeptentrionale, plutôt que vers la Sibérie.

Tous ces apperçus ne ſont fondés que ſur de foibles analogies ; ainſi, leur probabilité n'eſt pas ſuffiſante pour faire admettre une opinion. Mais celles qu'on a avancées ont encore moins de probabilité.

Car ce mouvement du noyau magnétique qu'admet Halley, ne paroît pas pouvoir ſe ſoutenir. Il faudroit ſuppoſer que la ſurface de la terre eſt une calotte concave plus ou moins épaiſſe ; que, dans l'intérieur, il ſe trouve un noyau ſéparé de cette calotte, & qui a un mouvement particulier.

Il faudroit même ſuppoſer à ce noyau différens mouvemens, comme l'a fait Æpinus.

Ou plutôt il faudroit, dans cette hypothèſe,

admettre plusieurs noyaux, comme je l'ai fait voir.

Or toutes ces hypothèses ne paroissent pas vraisemblables.

L'hypothèse des mines d'aimant, qui se détruisent & se reproduisent, ne peut pas davantage satisfaire à la déclinaison, qui suit un mouvement à-peu-près régulier, tandis que la destruction de pareilles mines ne pourroit s'opérer que d'une manière fort irrégulière.

Nous devons conclure que nous n'avons pas encore assez de faits, ni assez de données pour essayer d'expliquer ces phénomènes. Il faut que les observations soient continuées des siècles ; on verra jusqu'où s'étendra la déclinaison, les irrégularités qu'elle éprouvera, les effets qu'y produiront les aurores boréales, qui elles-mêmes éprouvent de grandes variations... les éruptions des volcans, la chaleur des climats, l'action des rayons du soleil, l'électricité atmosphérique...

Ce sera donc à nos neveux à prononcer sur tous ces objets. Nous leur laissons des observations précieuses & bien faites.

Ce que nous pouvons assurer aujourd'hui, est,

1°. Qu'il existe un fluide magnétique, tel qu'il soit.

2°. Que ce fluide a dû coopérer à la cristallisation du globe, & de ses différentes parties.

Ce fluide entre-t-il comme principe constituant des corps? se combine-t-il avec eux?

L'analogie paroît faire croire qu'il s'y combine, ainsi que le fluide électrique.

Le fluide magnétique de la terre communiqueroit-il avec d'autres fluides analogues qui se trouveroient dans la lune, dans les planètes, dans les comètes, dans les soleils?

De foibles analogies feroient conclure pour l'affirmative.

DU FLUIDE LUMINEUX.

§. XLI. Quelqu'opinion qu'on embrasse sur la nature du fluide lumineux, on ne peut disconvenir qu'il ne soit répandu dans tout l'espace, qu'il n'enveloppe & pénètre tous les corps.

Mon opinion particulière sur ce fluide, est que comme le fluide électrique, le fluide magnétique, l'air.... il est un véritable fluide répandu dans l'espace, que les corps lumineux agitent pour produire les couleurs, comme les corps sonores agitent l'air pour produire les sons. C'est aussi le sentiment d'Euler.

Le fluide lumineux a dû influer sur la cristallisation du globe & des substances minérales. Il est quelques expériences qui prouvent que la lumière influe sur la cristallisation des sels (1). Mais ces expériences n'ont pas été suivies.

Le fluide lumineux se combine dans les corps. Il paroît bien prouvé qu'il entre comme principe constituant dans les végétaux & les animaux, puisque les uns & les autres s'étiolent à l'ombre... (2)

On ne peut non plus guère douter qu'il ne soit un des principes constituans de plusieurs minéraux, s'il ne l'est pas de tous. La phosphorescence qu'a un grand nombre de minéraux, paroît due à un dégagement de la lumière, de quelque manière qu'on l'explique.

Or la plupart des minéraux sont phosphorescens. Des pierres calcaires, des spaths fluors, des spaths pesans, tels que la pierre de Boulogne... donnent une lumière vive en certaines circonstances.

Plusieurs mines métalliques sont aussi très-phosphorescentes, telles que des blendes.

Personne n'ignore la phosphorescence du sucre.

---

(1) Journal de Physique.

(2) Vues Physiologiques.

Enfin il y a des sels plus phosphorescens, tels que le tartre vitriolé, comme l'a fait voir Giobert dans les mémoires de l'académie de Turin.

Nous devons conclure que la lumière entre comme principe constituant,

Dans les substances salines :
Dans les substances pierreuses :
Dans les substances métalliques :
Dans les êtres organisés.

DE LA MATIÈRE DE LA CHALEUR.

§. XLII. On ne peut douter que la matière de la chaleur ne soit un fluide particulier, quoique nous soyons peu instruits sur la nature de ce fluide.

Cette matière se combine dans la plupart des corps de la nature, & en est un des principes constituans. C'est cette matière de la chaleur ainsi combinée, que Stahl appeloit *phlogistique*, principe inflammable.

Tous les corps combustibles contiennent cette matière de la chaleur combinée, qui s'en dégage lors de leur combustion, par le

concours de l'air pur, dans lequel cette même matière de la chaleur se trouve également combinée. Or on doit ranger dans les corps combustibles :

1°. Tous les êtres organisés, animaux & végétaux, dont presque toutes les parties sont combustibles.

2°. Le soufre, le phosphore, & les substances métalliques.

Toutes les substances salines renferment également la matière de la chaleur, mais sous une autre modification. Je pense que c'est elle qui leur donne cette grande activité, qui leur est propre. Or les substances salines renferment,

1°. Tous les acides,

2°. Les alkalis.

3°. On peut également y comprendre les terres pures, ou à l'état caustique.

Cet exposé démontre qu'il n'y a point de corps dans la nature qui ne contienne la matière de la chaleur.

Nous devons considérer cette matière de la chaleur comme un fluide dont les molécules sont sphèriques, & animées d'un mouvement giratoire très-violent. C'est ce mouvement qui lui donne cette grande activité.

DE LA CHALEUR A LA SURFACE DE LA TERRE, ET DE SA CHALEUR CENTRALE.

§. XLIII. Nous avons vu que la figure de la terre ſuppoſe qu'elle a été toute liquide dans ſon origine. (§. XXIII.)

La criſtalliſation de toutes les parties qui la compoſent ſuppoſent la même liquidité. (§. XIV.)

Or cette liquidité n'a pu exiſter ſans une chaleur quelconque. Il a donc dû y avoir primitivement une aſſez grande chaleur pour tenir à un état de fluidité tous ſes élémens, particulièrement l'eau.

C'eſt cette chaleur primitive qui eſt l'origine de la chaleur centrale de la terre. Voilà le principe certain. Mais il faut en examiner les développemens.

La première queſtion qui ſe préſente, eſt de ſavoir quelle eſt la cauſe de cette chaleur.

Elle doit tenir à l'exiſtence même de la matière, qui, ſi elle n'avoit eu, dans le principe, une chaleur quelconque, ſeroit demeurée dans l'inertie. Car les parties de la matière tendent ſans ceſſe à ſe combiner, & ſe com-

binent dès qu'elles ſont abandonnées à leurs forces propres. Cette tendance à la combinaiſon eſt un effet de leurs forces propres. Newton avoit appelé cet effet *attraction*; c'eſt-à-dire, que, faiſant abſtraction de la cauſe phyſique, il n'en prenoit que l'effet, pour le ſoumettre au calcul.

Par l'effet de cette tendance à la combinaiſon, toute la matière ſeroit donc bientôt combinée; & chaque partie, étant *in niſu* avec d'autres, qui auroient à-peu-près le même degré d'activité, ſeroit dans une eſpèce d'inertie.

Le feu, dont l'activité eſt prodigieuſe, empêche les combinaiſons, & les briſe dès qu'elles ſont formées. Ce n'eſt pas qu'il ne cherche auſſi à ſe combiner, & qu'il ne ſe combine ſans ceſſe. Mais la figure ſphérique de ſes molécules, & ſon mouvement giratoire, ôtent toute ſolidité à ſes combinaiſons: & de nouvelles molécules de feu briſent les combinaiſons commencées.

C'eſt cette action du feu qui, le faiſant inſinuer avec force entre les molécules des autres corps, les éloigne les unes des autres. Cet effet s'appelle *dilatation*. Le feu ou la chaleur dilate donc tous les corps.

Newton, qui avoit voulu exprimer par un

seul mot la force qui fait combiner toute la matière, vit bien que cette force, ou *attraction*, ameneroit bientôt un repos absolu. Il voulut aussi exprimer, par un autre mot, la force opposée, qui résistoit sans cesse à celle de combinaison. Il appelle cette nouvelle force RÉPULSION. Les corps s'attirent sans cesse, disoit-il, en raison de leur masse & de l'inverse des carrés des distances; mais dès que leurs molécules se touchent, elles se repoussent. On voit qu'il ne regardoit ces mots, ATTRACTION & RÉPULSION, que comme une manière plus simple d'exprimer des effets physiques.

Des savans, tels que Boscovich (1), ont cru que les molécules des corps ne se touchoient jamais, parce que la force de répulsion les tenoit toujours à une certaine distance les uns des autres. Mais je pense qu'ils se trompent. Tout au plus cela pourroit-il être pour les fluides: dans un morceau de plomb

(1) *Quoniam imminutis in infinitum distantiis, vis repulsiva augetur in infinitum: facilè patet nullam partem materiæ posse esse contiguam alteri parti. Vis enim illa repulsiva protinus alteram ab altera removet.* Theoria Philosophiæ naturalis, n. 81. *Boscovich.*

fondu, les parties roulent ſans ceſſe les unes ſur les autres par leur mouvement giratoire & l'effet de la chaleur. Il ſe pourroit abſolument qu'il y eût toujours entre les molécules de ce plomb un aſſez grand nombre de molécules de feu, pour qu'elles ne ſe touchaſſent pas immédiatement, quoique je penſe qu'elles ſe touchent & ſont contigues. Mais ce plomb étant refroidi & criſtalliſé, certainement ſes parties ſe touchent : nous ne pouvons pas concevoir autrement la ſolidité & la dureté des corps. Je conviens que les molécules du feu, par leur mouvement giratoire, agiſſent ſans ceſſe pour rompre cette combinaiſon; mais auſſi-tôt qu'elles ſont aſſez puiſſantes pour vaincre & ſurmonter la force de cohéſion, le corps devient liquide.

Nous n'entrerons pas dans de plus grands détails réſervés à la Phyſique.

Nous nous bornerons à un petit nombre de propoſitions relatives à la théorie de la terre, notre objet actuel.

I. Quelle a été l'intenſité de la chaleur primitive de la terre lors de ſa criſtalliſation?

II. Quelle eſt la chaleur actuelle à la ſurface du globe?

III. Quelle eſt l'intenſité actuelle de cette chaleur centrale propre au globe?

IV. Quelle eſt l'influence du ſoleil ſur la chaleur du globe, ſoit à ſa ſurface, ſoit à l'intérieur ?

V. Quel eſt le refroidiſſement du globe ?

DE L'INTENSITÉ DE LA CHALEUR PRIMITIVE DE LA TERRE LORS DE SA CRISTALLISATION.

§. XLIV. Il n'eſt point de données ſuffiſantes pour réſoudre cette queſtion. Nous ne pouvons donc apporter que quelques apperçus généraux.

Les plus anciens philoſophes ont reconnu que la terre avoit eu primitivement un grand degré de chaleur. C'étoit la doctrine des brames & des mages. Les phéniciens l'adoptèrent. Zoroaſtre en Aſie, & toute l'école du Portique en Grèce, le ſoutinrent conſtamment. Quelques-uns d'eux prétendirent même que la terre avoit été autrefois dans un état de vraie combuſtion. Cette dernière idée ne fut pas adoptée par les égyptiens, & un grand nombre d'autres philoſophes.

Mais en ſuppoſant que primitivement la terre a été compoſée à-peu-près comme elle l'eſt aujourd'hui, peut-on aſſigner le degré de cha-

Table de la température de différens lieux.

	latitude.	maximum de chaleur.	chaleur moyenne.	froid moyen.	baromètre.
Pérou.	0° 13'	26° 1'	20°	7° 5'	28 pouc.
Surinam.	5 38	25 8	20	17	27
Pondichéri.	11 41	31 3	23 7'		
Madras.	13 45	32	21 6	13 8	27 9
Manille.	14 36	35	21 3	13 5	
Ile Bourbon.	20 51	26 1	22 5	22	
Bagdad.	33 38	33 5	17 7	- 4	27 11
Pékin.	39 54	31	10 1	-10 6	27 10
New-Yorck.	40 43	31	9 7	-16	27 2
Rome.	41 53	26 4			
Berne.	47	25 6	7 7	-11	26 4
Utrecht.	52 7	25		- 5 8	
Franeker.	53 12	25 3	9 0	-11 5	28
Stockholm.	59 20	24	5 3	-15 1	
Upsal.	59 51	18		-20	
Pétersbourg.	59 56	23 4	3 1	-21 8	28 7
Abo.	60 27	27 4	4 5	-23 9	27 10
Londres.	51 31	23 4	8 6	- 5 6	27 10
Paris.	48 50 14"	27	9 6	- 7	28

La plus grande partie de ces obſervations ne ſont que des approximations, qui, ſans doute, ſont bien éloignées de la préciſion, parce que les obſervateurs n'y ont pas tous apporté le même ſoin, n'ont pas toujours eu de bons inſtrumens, & qui euſſent les mêmes diviſions ... Mais cherchons à tirer des conſéquences de ces faits.

Il faut fur-tout bien diftinguer les obfervations faites dans les plaines, de celles qui le font dans les lieux élevés.

I. Dans les pays fitués dans la zone torride, le thermomètre ne defcend guère au-deffous de 14°, comme nous le voyons par la table. Il eft dit qu'à Madras & à Manille, pays des plus chauds du globe, il a été 13° 5 ; ce qui eft affez douteux.

Cafan, à Sainte-Lucie, n'a pas vu le thermomètre, depuis le 15 feptembre jufqu'au 15 avril, au-deffous de 16° $\frac{1}{5}$, c'étoit au mois de février. Il eft monté jufqu'à 28 & 30° (1).

La température moyenne de ces lieux, dans la table, eft fixée à 23°, 22°, 20° jufqu'à la latitude de 20°.

Je la fuppoferai de 20° depuis l'équateur jufqu'au tropique, ou plutôt jufqu'à la latitude de 24°, pour éviter les fractions.

II. Par les 40 degrés, il ne gèle prefque jamais dans les plaines, & les chaleurs montent jufqu'à 30 degrés.

On peut donc fuppofer que depuis la latitude de 24° jufqu'à celle de 40°, la température moyenne eft de 15 degrés dans la plaine.

III. Depuis 40° de latitude jufqu'à 50°,

(1) Journal de Phyfique, Mai, 1790.

on peut ſuppoſer la température moyenne de 12° ; puiſqu'à Paris, dont la latitude eſt 48° 50′, cette température eſt de 10 degrés. Cette eſtimation eſt auſſi pour la plaine.

IV. Depuis la latitude de 50 degrés juſqu'au cercle pôlaire, ou plutôt 66° de latitude, la température moyenne ſera fort au-deſſous de 10 ; car à 60 & 65° de latitude, l'été ne dure que quelques mois. Suppoſons-le de trois mois. Les autres neuf mois ſont très-froids. Le thermomètre y deſcend quelquefois à 30, 40 degrés au-deſſous de zéro, & même davantage. On peut donc ſuppoſer la température moyenne de ces contrées à 4 degrés au-deſſus de zéro dans la plaine.

V. Depuis le cercle pôlaire juſqu'aux pôles, la température eſt encore beaucoup plus froide. On n'a point de données certaines. Mais on ne riſque pas de ſe tromper, en ſuppoſant dans la plaine la température moyenne à zéro.

Voilà donc cinq degrés de température différente.

1°. Zone torride, comprenant 48 degrés de latitude entre les deux tropiques, dont la température moyenne eſt de 20°.

2°. Deux parties de zone tempérée de 16° chacune, ſavoir depuis 24° de latitude juſqu'à

40°, faiſant 32°, dont la température moyenne eſt de 15°.

3°. Deux autres portions de zone tempérée de 10° chacune, depuis 40° de latitude juſqu'à 50°, faiſant 20°, dont la température moyenne eſt de 12°.

4°. Deux autres portions de zone tempérée depuis 50° de latitude juſqu'à 66°, dont la température moyenne eſt de 4 degrés.

5°. Les deux zones glaciales faiſant 48 degrés, dont la température moyenne eſt zéro.

Les étendues ou ſurfaces de ces cinq portions ſont à-peu-près dans les proportions ſuivantes.

La première. . . .	5110	= 5,	ou 10.
La ſeconde. . . .	2966	= 3,	ou 6.
La troiſième . . .	1548	= $1\frac{1}{2}$,	ou 3.
La quatrième. . .	1862	= 2,	ou 4.
La cinquième. . .	1086	= 1,	ou 2.

Ce qui fait $12\frac{1}{2}$ portions, ou en doublant 25 parties.

En multipliant les degrés de chaleur qu'a chacune de ces parties, on aura 342, qui, diviſés par 25, donnent $13°\frac{2}{3}$ pour température moyenne des plaines de tous les continens.

La température des montagnes eſt beaucoup plus froide que celle des plaines. Il faudroit pouvoir eſtimer également cette tempé-

rature moyenne des montagnes dans chacune des cinq contrées que nous avons aſſignées. Mais il ſeroit difficile d'avoir des approximations exactes.

La température des montagnes varie, à raiſon de leur hauteur, à raiſon de leur maſſe.... Or comment ſaiſir des approximations exactes dans de pareilles données ?

L'étendue des montagnes eſt un autre élément à calculer. Or il eſt aſſez difficile d'aſſigner cette étendue par une approximation qui ait quelque juſteſſe.

En Amérique, les montagnes ſont peut-être un tiers de la ſurface des continens ; elles ſont très-élevées, couvertes de forêts dans leurs parties baſſes, remplies de lacs & de rivières. On pourroit donc ſuppoſer leur température moyenne de trois à quatre degrés au-deſſous de celle des plaines.

En Afrique, les montagnes ſont peu conſidérables, relativement aux plaines ; & elles ſont moins élevées proportionnellement que dans les autres continens, moins garnies de forêts, contenant moins de lacs, moins d'eaux courantes.... Leur température moyenne ne ſera donc pas autant au-deſſous de celle des plaines qu'en Amérique.

L'Aſie

L'Asie contient d'immenses montagnes très-élevées, bien boisées, renfermant des lacs considérables .... Leur température moyenne sera donc beaucoup au-dessous de celle des plaines.

L'Europe a beaucoup de montagnes, dont quelques-unes sont assez élevées, & très-froides.

Les autres continens, & les îles, sont très-montueux, & leurs montagnes sont très-froides.

Par un apperçu général, je supposerai que cette température moyenne des montagnes, relativement à celle des plaines, doit produire une diminution d'environ deux degrés dans la température moyenne des continens; laquelle, par conséquent de $13^{o}\frac{2}{3}$, sera réduite à douze degrés, & vraisemblablement même elle est moindre.

§. XLVI. Mais la température moyenne de la surface des mers & des grands lacs sera bien différente de celle-ci. Elle est toujours très-inférieure à celle des continens. Nous n'avons pas assez d'observations pour avoir une approximation qui ait quelque exactitude. Néanmoins on peut supposer, sans grande erreur, que cette température est au moins moitié au-dessous de celle des continens:

C'eſt-à-dire, que la température moyenne des continens étant douze, celle de la ſurface des mers & des lacs ſera de ſix.

Si les mers faiſoient la moitié de la ſurface du globe, on auroit la température moyenne de cette ſurface la moitié de $12^{o} + 6^{o}$, c'eſt-dire, neuf degrés.

Mais cette ſurface des mers eſt plus étendue que celle des continens. Dès-lors, on en doit conclure que la température moyenne de la ſurface du globe eſt au-deſſous de 9 degrés, d'après ces approximations.

On voit tout ce qu'il nous manque pour avoir des données exactes. C'eſt aux obſervateurs météréologiſtes à diriger leurs travaux de ce côté.

DE L'INTENSITÉ ACTUELLE DE LA CHALEUR CENTRALE DE LA TERRE.

§. XLVII. Pour réſoudre cette queſtion, il faudroit pénétrer à une grande profondeur vers le centre de la terre : & les lieux les plus bas, où nous ayons deſcendu, ne ſont qu'à quelques centaines de toiſes. Cette température ne peut donner celle de la maſſe entière.

Cependant elle nous fournira des données pré-cieuſes.

L'obſervation la plus intéreſſante que nous ayons, eſt celle que l'on fait depuis 1680, dans les caves ou ſouterreins de l'obſervatoire de Paris, à environ 84 pieds de profondeur dans des bancs de pierre calcaire. Le local forme une petite élévation, terminée à l'orient par la vallée où coule la rivière des Gobelins, au nord par la vallée de la Seine; au couchant, elle s'abaiſſe du côté des Invalides, & au midi, elle eſt à-peu-près de niveau avec la plaine de Montrouge. On a reconnu que le thermomètre ne varioit preſque pas dans ces ſouterreins, & ſe ſoutenoit toujours à environ 10 degrés au-deſſus du terme de la congélation, ou 10 degrés moins quelque choſe.

Genſane avoit cru remarquer que la chaleur ſouterreine augmentoit, en raiſon de la profondeur du lieu où ſe faiſoit l'obſervation. Etant dans les Voſges, il deſcendit dans la mine de Giromagni; le thermomètre à la ſurface du terrein marquoit deux degrés.

A 52 toiſes de profondeur, il monta à 10°.

A 106 toiſes, il monta à . . . $15^{\circ}\frac{1}{4}$.

A 226 toiſes, il s'éleva à . . . $18^{\circ}\frac{1}{6}$.

Mais, ſoit que ſes inſtrumens fuſſent inexacts, ſoit qu'il ſe fût gliſſé quelque erreur dans l'ob.

ſervation, ſoit que ce fait fût particulier à cette mine, on n'a rien obſervé de ſemblable dans les autres ſouterreins.

Guettard eſt deſcendu à 250 toiſes de profondeur dans les mines de ſel de Wieliſca, en Pologne. Il a obſervé que le thermomètre ne s'élevoit qu'à 10 degrés.

Monnet n'a également trouvé que 10 degrés dans les mines de Jaachimſtad, en Bohême, à 280 toiſes de profondeur.

De Luc, aux mines du Hartz, à 169 toiſes, a trouvé la température de 10° $\frac{1}{9}$. Mais dans un autre puits, à 170 toiſes de profondeur, le thermomètre s'éleva à 12 degrés.

Sauſſure trouva la température du fond de la grotte de la Balme un peu au-deſſus de 9 degrés & demi.

Toutes les obſervations faites dans d'autres ſouterreins donnent conſtamment des réſultats analogues à ceux-ci.

Il paroît donc, par les obſervations qu'on a faites dans tous les ſouterreins, à notre latitude environ de 40 à 50 degrés, que la température y eſt toujours à-peu-près de 10 à 12 degrés. Les petites variations qu'on obſerve dépendent plutôt de la nature des ſubſtances qu'on rencontre, que de la profondeur du lieu.

Lorsqu'on rencontre de l'eau, la température est plus froide.

Elle est plus douce dans les mines de charbon.

Saussure, dans les salines de Bex, à la profondeur de 677 pieds, observa que le thermomètre étoit à 13,9 degrés.

A la profondeur de 664 pieds, le thermomètre marquoit 12,5 degrés.

A la profondeur de 332 pieds, le thermomètre marquoit 11,5 degrés.

Mais dans ces salines, on y trouve du soufre & du gaz hépathique. Ce gaz paraît dû à la décomposition des pyrites : & cette décomposition est toujours accompagnée de chaleur (1).

Ce sera la décomposition de ces pyrites dans ces mines, comme dans celles de charbon, qui fait monter davantage le thermomètre, & donne une température plus douce.

Nous pouvons donc conclure de tous ces faits, qu'à notre latitude de 40 à 50 degrés, la chaleur intérieure des couches depuis 100

(1) Scheuzer rapporte qu'ayant fait sauter un rocher dans ces mines, il s'en dégagea un fluide qui s'enflamma à la lampe d'un ouvrier, & le brûla : c'étoit ce gaz. (*Acad. des Sciences de Paris*, ann. 1712.)

pieds de profondeur jusqu'à quatre à cinq cents toises, est environ de 10 degrés au-dessus de zéro.

§. XLVIII. On a également cherché à déterminer la température qui règne au fond des eaux; mais nous avons peu d'observations.

Marsigli a fait beaucoup d'expériences pour cet objet dans la Méditerranée. Il plongea un thermomètre à 10, 20, 30, 120 brasses, aux mois de décembre, janvier, février, mars & avril; il trouva toujours 10° $\frac{1}{2}$, 10° $\frac{1}{4}$. Mais au mois de juin, il ne trouva plus que 6 à 7 degrés. Ses observations ne paroissent pas avoir été faites avec assez d'exactitude.

Phipps, dans ses voyages au pôle boréal, rapporte des observations précieuses sur la température des eaux des mers, qu'il fit, avec le docteur Irwing, à la latitude de 79° 50'.

Un thermomètre, plongé dans de l'eau puisée à 683 brasses, donnoit 40 degrés, thermomètre de Farenheit (1). (3 $\frac{1}{2}$ Réaumur).

Plongé dans de l'eau prise à la surface de la mer, il donnoit 55°, Farenh. (9°, Réaum).

(1) Dans le thermomètre de Farenheit 32° marquent la glace, ou zéro de Réaumur, & 212° marquent l'eau bouillante ou 80 de Réaumur. Ainsi chaque degré de Réaumur équivaut à 2 $\frac{1}{4}$ de Farenheit.

Le thermomètre, à l'air, donnoit 66°, Far. (14 ½ Réaum.)

Voici une table d'expériences qu'ils firent dans le ſein de la mer.

La première colonne donne la ſaiſon;

La ſeconde, la profondeur en braſſes (5 ½ pieds.)

La troiſième donne la température de la mer, déterminée par le thermomètre.

La quatrième donne la correction du thermomètre, que néceſſite la compreſſion que lui fait éprouver le poids de la colonne d'eau.

La cinquième donne la température de la mer à une plus grande profondeur, environ mille toiſes.

La ſixième donne la température extérieure.

Saiſon,	Jour.	Profondeur en braſſes.	Températ. donnée par le thermomètre.	Température corrigée par rapport à la compreſſion.	Températ. à une plus grande profondeur.	Températ. de l'air extérieur.
Juin.	20	780°	15°	11°	26°	48 ½
matin.	30	118	39	1	31	40 ½
ſoir.	30	115	33	0	33	44 ¾
Août.	31	673	22	10	32	59 ½

On voit, par la quatrième colonne, qu'à une profondeur d'environ 700 braſſes, la température des eaux de la mer étoit à-peu-près 10° au thermomètre de Farenheit, ou —9°,

tandis que la température extérieure étoit à-peu-près 7° de Réaumur.

Mais cette température des eaux, à une profondeur de cent & quelques brasses, est plus froide.

Et à une profondeur de mille brasses, elle est à-peu-près zéro.

Cette différence, si elle étoit bien constatée par plusieurs observations, seroit fort intéressante. On pourroit dire qu'à cette profondeur de mille toises, cet excédant de chaleur est communiqué à l'eau par le sol. A une profondeur un peu moins considérable, l'eau est plus froide, parce que c'est celle qui s'est refroidie à la surface, qui est descendue par sa plus grande pesanteur.

Mais le maximum du froid est à la profondeur de cent & quelques toises. C'est celle de l'eau de la surface qui se précipite.

Forster rapporte que, par 55° de latitude sud, le 15 décembre 1772, le thermomètre, plongé à cent brasses ou 550 pieds, marquoit 34° Farenheit, & 1° de Réaumur; & un autre thermomètre, à la surface de l'eau, marquoit 30° Farenheit, ou — 1° Réaumur.

Ellis eut des résultats analogues dans les observations qu'il fit dans les mers d'Afrique. « La chaleur, dit-il, diminuoit à mesure qu'on

descendoit ; mais lorsqu'on fut arrivé à environ six cents cinquante brasses, la chaleur augmenta. Elle étoit de 53° Farenheit, ou + 9° Réaumur. Elle étoit encore la même à mille toises de profondeur.

Mais nous ne dissimulerons pas que toutes ces expériences ont besoin d'être répétées.

Saussure & Pictet ont fait, dans des lacs de la Suisse, des expériences semblables, sur lesquelles nous pouvons compter davantage.

Le 12 février 1779, la température extérieure étant $2^{\circ}\frac{1}{4}$, ils plongèrent des thermomètres dans le lac de Genève à la profondeur de 950 pieds. Après les y avoir laissé séjourner plusieurs heures, ils les retirèrent. Ils marquoient $4^{\circ}\frac{1}{2}$ & $4^{\circ}\frac{3}{10}$.

La surface de l'eau donnoit $4\frac{1}{2}$, & même jusqu'à une certaine profondeur de cent & quelques pieds, on avoit $4^{\circ}\frac{1}{2}$.

Le terrein voisin du lac donnoit zéro.

Ainsi, la température du lac étoit $4^{\circ}\frac{1}{2}$ moins froide que la surface de la terre, & $5^{\circ}\frac{1}{4}$ plus froide que les caves de l'Observatoire.

Le 17 juillet 1779, ils plongèrent dans le lac de Neufchâtel, à la profondeur de 325 pieds, deux thermomètres, un au mercure, & un autre à l'esprit-de-vin.

qu'à 650 brasses, le thermomètre marquoit 53° Farenheit, ou +9 Réaumur. Mais à une moindre profondeur, la température étoit plus froide.

On peut, je crois, assigner la cause de ces phénomenes d'après les connoissances que nous avons.

1°. Il est prouvé que la chaleur spécifique de l'eau est considérable ; il lui faut par conséquent beaucoup de tems pour changer de température. On connoît l'expérience de Black, qui ayant mêlé une livre de glace à la température de zéro, & une livre d'eau à la température de +60 degrés, obtint deux livres d'eau, dont la températrure étoit zéro.

2°. L'évaporation produit un froid plus ou moins vif. Or les eaux évaporent continuellement ; ce qui doit par conséquent leur enlever sans cesse de la chaleur.

3°. L'eau froide est plus pesante que l'eau chaude. Si, dans une grande masse d'eau chaude, on verse une quantité considérable d'eau froide, on s'appercevra bientôt que celle-ci gagne le fond du vase, & que le thermomètre s'y soutiendra constamment plus bas que dans la partie supérieure du vase.

Nous pouvons donc supposer que la partie supérieure des eaux des mers & des lacs, dans

la zone torride & une partie de la zône tempérée, a une plus grande chaleur que la partie supérieure des mêmes mers & des lacs dans les zones glaciales & la partie des zones tempérées qui avoisine celles-ci.

Que cette partie supérieure des eaux des mers, dans les zones glaciales, est en général plus froide que leurs parties inférieures qui touchent le fond de la mer.

Que par conséquent ces eaux supérieures doivent sans cesse gagner le fond, & chasser en haut celles qui touchent le fond de la mer, comme plus chaudes & plus légères.

Que la même chose a lieu également dans les mers des zones tempérées & de la zone torride; car la portion supérieure des eaux de ces mers n'a jamais ou presque jamais une température au-dessus de dix dégrés : & nous pouvons supposer que les eaux du fond des mers acquerroient cette température, si elles étoient stagnantes, puisque c'est celle des continens. Mais elles ne peuvent acquérir cette tempétature, puisque ces eaux inférieures sont sans cesse repoussées en haut par les eaux supérieures, qui sont plus froides, & par conséquent plus pesantes.

Nous devons tirer deux conséquences de ces faits.

La première, que les eaux des mers glaciales étant en général plus froides que celles des mers des tropiques, doivent affluer sans cesse vers l'équateur, & repousser vers les pôles celles qu'elles viennent remplacer ; ce qui établira dans les mers deux courans, l'un supérieur des pôles à l'équateur, & l'autre inférieur de l'équateur vers les pôles, comme nous le verrons ailleurs.

La seconde conséquence que nous présentent ces faits, est que le sol sur lequel reposent les eaux de la mer, doit avoir une température plus froide que les continens, à même profondeur, à notre latitude de 40 à 50 degrés. Car nous avons vu qu'à cette latitude, la chaleur centrale de nos continens est en général de dix degrés. Or celle du fond des mers à cette même latitude, n'est que de quatre degrés, suivant les expériences faites dans les lacs de la Suisse par Saussure & Pictet.

La chaleur des continens, entre les tropiques, à la même profondeur de 80 à 100 pieds, doit être beaucoup au-dessus de dix degrés. Car, dans ces contrées, le thermomètre ne descend jamais à zéro, excepté dans quelques montagnes élevées : il se soutient ordinairement à dix au moins, & monte, le plus souvent, au-dessus, & d'une quantité très-consi-

dérable. Nous avons estimé la chaleur moyenne, dans les plaines de ces contrées, à 20 degrés. Cette chaleur de la surface doit se communiquer aux couches intérieures, dont par conséquent la température, à une certaine profondeur, doit être au-dessus de dix degrés.

La température des eaux des mers, dans ces contrées, est au-dessous de ce terme. Les fonds, sur lesquels reposent ces mers, prendront leur température, & en auront par conséquent une inférieure à celle des continens à la même profondeur.

D'après les expériences d'Ellis, nous pourrions estimer 9° cette température des fonds de la mer à cette latitude.

Dans les zones glaciales, les choses se passent différemment. La chaleur moyenne est, comme nous l'avons vu, beaucoup au-dessous de dix degrés. Nous l'avons estimée, par approximation, à zéro. En supposant que la chaleur des couches, à la profondeur de cent pieds jusqu'à deux ou trois cents toises, fût autrefois, comme à notre latitude, de dix degrés, elles devront donc en communiquer sans cesse aux couches extérieures ; ce qui leur ôtera beaucoup de leur chaleur. Il est donc certain qu'à une petite profondeur, la chaleur intérieure des continens à cette latitude, par exem-

ple, au Groenland, au Spitzberg, eſt inférieure à celle des baſſins du fond de la mer. Nous verrons qu'en Sibérie, à la latitude de 66 degrés ſur les bords du Vilhoui, le terrein, excepté à la ſurface, ne dégèle jamais à la profondeur de quinze à vingt pouces, en été.

Mais ſans doute que cet état de congélation ne s'étend pas bien loin, & qu'à une profondeur plus conſidérable, & que nous ignorons, la température intérieure de ces contrées doit être à peu-près la même que celle des terreins qui ſont ſitués ſous l'équateur, parce que la chaleur doit néceſſairement ſe mettre en équilibre dans toute la maſſe du globe, & que celle des contrées chaudes doit ſe communiquer aux régions froides.

Mais la température des mers à cette latitude, eſt difficile à déterminer. Il paroîtroit que celle des eaux, à une certaine profondeur, eſt tantôt au-deſſus de zéro, tantôt au-deſſous, d'après les expériences du docteur Irwing. Nous la ſuppoſons donc à zéro.

En réſumant ſur la température des eaux au fond des mers, nous dirons :

Qu'entre les tropiques, elle paroît être de 8 à 9 degrés.

A notre latitude, elle paroît être de 4 degrés.

Au

Au nord, elle paroît être zéro, ou même au-dessous.

D'où nous conclurons que leur température moyenne est d'environ 6 degrés, c'est-à-dire, à-peu-près moitié au-dessous de celle des continens.

Nous répétons que nous n'avons pas assez d'expériences pour déterminer cette température d'une manière précise, & que celle que nous donnons n'est que par approximation.

Telles sont les chaleurs que nous pouvons estimer par approximation être dans les couches extérieures du globe jusqu'à mille toises environ de profondeur.

DE L'INFLUENCE DU SOLEIL SUR LA CHALEUR DE LA TERRE, SOIT A SA SURFACE, SOIT A SON INTÉRIEUR.

§. XLVII. Depuis que l'esprit philosophique a porté de la précision dans toutes nos connoissances, on a soumis cette question à un nouvel examen. Les thermomètres comparables, & les observations multipliées qu'on fait journellement dans différentes contrées, nous ont fourni des moyens qu'on ne pou-

voit avoir auparavant. Les voyages ont surtout beaucoup étendu nos connoissances à cet égard. Les anciens, qui voyoient que plus ils approchoient de l'équateur, plus grandes étoient les chaleurs, & que plus ils avançoient vers les pôles, plus rigoureux étoient les hivers, croyoient les régions pôlaires inhabitables par le froid; & la zone torride insoutenable par le chaud. Ils n'auroient pas commis cette erreur, si leurs voyageurs avoient été aussi entreprenans que les nôtres.

Plusieurs élémens concourent à faire varier d'une manière aussi surprenante la température de la surface du globe. C'est au physicien à déterminer leur influence respective pour parvenir à un résultat général.

§. XLVIII. Le premier est la latitude. En général, le maximum de la chaleur est sous la ligne, & le minimum est aux pôles. La température des lieux intermédiaires est proportionnelle à l'éloignement ou au rapprochement des pôles.

Les plus grandes chaleurs observées sous la ligne, sont dans les sables brûlans de l'Afrique & de l'Inde. On dit avoir observé le thermomètre à 70 degrés au-dessus de zéro dans les plaines de l'Afrique.

Les plus grands froids sont dans les zones

glaciales. On a observé à Jeniséick en Sibérie, en 1738, le thermomètre à 70° au-dessous de zéro; & on dit qu'à Tornéo, le 5 janvier 1760, il étoit à 71° $\frac{1}{4}$.

En Sibérie, la terre gèle à plusieurs pieds de profondeur. Le froid y est des plus excessifs.

« La terre ne dégèle jamais à une grande » profondeur sur les bords du Vilhoui par les » *66* degrés de latitude : les rayons du soleil » amollissent le sol à deux aunes de profon- » deur (1) dans les places sablonneuses éle- » vées. Les vallons où le sol est moitié sable, » moitié argile, sont encore gelés à la fin de » l'été à une demi-aune de leur surface (ou » treize pouces) ». *Pallas*, *voyages*, *tom. IV*, *pag.* 133. C'est ce qui conserve les chairs & les peaux des rhinocéros qu'on y trouve enfouis.

Le froid doit être encore plus considérable, à mesure qu'on descend sur les bords de la mer Glaciale.

Et sans doute, au Spitzberg, au Groenland, à la Nouvelle-Zemble... le terrein est gelé à de bien plus grandes profondeurs, & le froid

(1) L'aune de Russie est d'environ 26 pouces de France.

y eſt encore plus vif. C'eſt ce que nous pouvons conjecturer, d'après le rapport des malheureux évènemens de Barentz, qui fut obligé de paſſer l'hiver de 1594 à la Nouvelle-Zemble.

§. XLIX. Le ſecond élément, qui fait varier la température ſur la ſurface de la terre, eſt la différente élévation du ſoleil ſur l'horizon, & le ſéjour plus ou moins long qu'il y fait. C'eſt ce qui conſtitue la différence des ſaiſons, dont nous calculerons bientôt l'influence.

§. L. L'élévation du lieu eſt un autre élément, qui fait varier la température. La plus grande chaleur, toutes choſes égales d'ailleurs, eſt toujours dans les lieux les plus proches du niveau de la mer, c'eſt-à-dire, les plus bas, parce qu'ils tiennent plus à la maſſe du globe.

Et le froid le plus âpre ſe fait ſentir ſur les montagnes les plus élevées.

A Lima, la chaleur y eſt extrême.

Et à la même latitude, ſur les hautes Cordilières, le froid eſt des plus piquans.

Au pied du pic de Ténériffe, il fait des chaleurs étouffantes; & le ſommet de cette montagne eſt toujours couvert de neiges.

Il eſt même un phénomène aſſez ſingulier. On a obſervé qu'en montant ſur les glaciers

dont sont couvertes ces hautes montagnes, dans l'instant où le soleil les éclaire, on a le visage brûlé; & cependant le thermomètre ne s'y soutient qu'à quelques degrés au-dessus de zéro, même dans les endroits où il n'y a pas de glaces. C'est ce qu'ont observé tous ceux qui ont gravi sur les glaciers de la Suisse, particulièrement sur le Mont-Blanc.

Les physiciens ont recherché les causes qui font varier d'une manière si surprenante la température dans la plaine & sur les montagnes. Ils en ont assigné plusieurs.

1°. Une montagne doit être regardée comme une portion qui s'isole de la masse du globe, & s'élance dans les airs. Elle doit donc plus perdre de sa chaleur que le globe lui-même. Et ce qui prouve toute l'activité de cette cause, c'est que le froid est d'autant plus considérable proportionnellement, que la montagne est plus isolée. Quitto est élevé de 1457 toises au-dessus du niveau de la mer : & cependant la température est assez douce, parce qu'il est situé sur une grande masse de montagnes ; au lieu qu'un pic isolé, de la même élévation, seroit couvert de neiges la plus grande partie de l'année.

2°. Les rayons de lumière qui tombent sur un groupe de montagnes, se dispersent en

divergeans ; au lieu qu'ils se concentrent dans la plaine, & y sont réfléchis de mille manières.

3°. L'atmosphère est moins dense à une certaine hauteur, que proche la surface de la terre.

Or cette densité de l'air atmosphérique contribue beaucoup à l'augmentation de la chaleur. Plus il est dense, plus il s'échauffe. Il retient par conséquent la chaleur plus longtems.

Un air humide est plus dense par l'eau qu'il contient : aussi s'échauffe-t-il beaucoup, quoique plus lentement. Mais une fois qu'il est échauffé, il produit une plus grande chaleur.

Lorsque l'air a peu de densité, il s'échauffe moins. Ainsi, à la hauteur où l'air aura moitié moins de densité qu'à la surface de la terre, il doit s'échauffer moitié moins, par la même cause, toutes choses égales d'ailleurs.

Mais l'air n'agit-il pas encore d'une autre manière pour concentrer la chaleur ? Je crois qu'on peut dire qu'il n'est pas bon conducteur de la chaleur. C'est ce que quelques expériences paroissent prouver : & par conséquent il ne la laissera pas dissiper.

L'air agit de même relativement à l'électricité. Il n'en est pas conducteur, & il la retient

sur les corps, à la surface desquels elle s'accumule.

Je pense donc que cette cause influe beaucoup sur la chaleur que concentre la densité de l'air atmosphérique. Car il faut regarder la matière de la chaleur comme celle du fluide électrique, cherchant toujours à se mettre en équilibre.

Saussure rapporte une expérience qui peut donner des vues sur la chaleur concentrée à la surface de la terre. Il construisit une caisse de bois, dont l'intérieur étoit doublé par des plaques de liége noirci par la chaleur, & épaisses d'un pouce. Il ferma cette caisse par trois épaisseurs de glace bien transparentes, posées les unes au-dessus des autres, en laissant entr'elles un pouce & demi d'intervalle. Il porta cette boîte, le 16 juillet 1774, à la cime du Cramont, élevé de 1403 toises. La chaleur se concentra au point que le thermomètre s'éleva à 70 degrés dans le fond de la caisse, quoiqu'à l'extérieur la température ne fût que de cinq degrés (a).

Ducarla a répété ces expériences, & en mettant plusieurs cloches cylindriques, dont le sommet étoit sphérique, les unes sur les autres,

(a) Saussure, Voyages…

il obtint une chaleur assez grande pour fondre la cire.

Les couches de l'atmosphère peuvent donc produire le même effet que ces verres, & faire, comme eux, fonction de *condensateurs de la chaleur*.

§. LI. L'action des sels peut aussi modifier la température extérieure du sol.

Mussembroek a beaucoup accordé à cette cause. Il admettoit des parties frigorifiques, qu'il croyoit être de nature saline. Cette partie de son opinion est rejetée aujourd'hui. On ne croit pas qu'il y ait des parties frigorifiques.

Mais on ne peut nier qu'un mélange de sels avec de la glace pilée, de la neige, ou même de l'eau froide, n'augmente le froid. Or nous connoissons beaucoup de terreins qui contiennent une grande quantité de substances salines, sur-tout du nitre, du sel marin, du vitriol de magnésie.... Ces sels se mélangent avec la neige & la glace fondante. Ils doivent donc augmenter prodigieusement le froid.

Il est vrai que cette cause se borneroit seulement à quelques contrées. Elle peut influer sur les froids de la Sibérie, remplie de différentes espèces de sels, sur-tout de sel marin & de vitriol de magnésie, & dont la température est beaucoup plus froide que ne comporte sa

latitude. Car la latitude de Tobolsk, de Jeniseick est moins septentrionale que celle de Stockholm, de Pétersbourg ..... & le froid néanmoins y est plus considérable. Il se peut donc que ce froid soit, en partie, dû à la quantité de substances salines qui se trouvent dans ces régions, & qui, en se mêlant avec l'eau, la neige... augmentent prodigieusement le froid, comme nous le faisons dans nos laboratoires.

§. LII. L'évaporation est une des causes qui peut produire le plus grand froid. On sait qu'en enveloppant un thermomètre d'une liqueur très-volatile, telle que l'éther, on le fait descendre à plusieurs degrés au-dessous de zéro.

Aux Indes, on se procure de la glace par évaporation. Voici le procédé qu'on emploie à Allahabad, à $25^{\circ}\frac{1}{2}$ de latitude. Suivant Barker (1), « on fait des fosses de trente pieds » carrés sur deux de profondeur; on en garnit » le fond d'une couche de cannes à sucre ou » de tiges sèches de blé d'inde à la hauteur » d'environ huit pouces. On place sur cette » couche de petites terrines basses qu'on rem» plit d'eau, qu'on a fait bouillir auparavant. » Ces terrines, non vernissées, n'ont qu'un

---

(1) Journ. de Physique, 1777, Mai, pag. 226.

» pouce & quart de profondeur, & un quart
» de pouce d'épaiſſeur. La terre en eſt ſi po-
» reuſe, que l'eau pénètre leurs parois d'outre
» en outre. On place ces terrines à l'entrée de
» la nuit ; & le lendemain, avant le lever du
» ſoleil, on trouve l'eau, contenue dans les
» terrines, réduite en glace ».

Il eſt évident que cette congélation eſt due à l'évaporation de l'eau, qui tranſude à travers les terrines, & eſt abſorbée par ces plantes sèches, ſur leſquelles ces terrines ſont placées.

Les pluies produiſent auſſi des froids dans les grandes chaleurs d'été : la plus petite pluie rafraîchit l'air.

Dans les pays chauds, ſous les tropiques, la ſaiſon des pluies eſt leur hiver.

Néanmoins, en hiver, dans les tems des grands froids, les pluies annoncent que la température devient douce, parce qu'autrement cette pluie ſe changeroit en neige.

§. LIII. La nature du ſol, influe encore beaucoup ſur la température extérieure.

Nous avons vu qu'en général l'eau n'acquiert jamais le même degré de chaleur que les continens ; que les eaux des mers, des lacs, ſont plus froides que les terres ; par conſéquent,

plus un pays sera couvert d'eaux, de rivières, ou de lacs, plus il sera froid.

Une région couverte de forêts, de broussailles.... sera aussi, par la même raison, plus froide que celle qui sera découverte, parce que la première sera plus humide.

Un pays rempli de prairies sera encore dans le même cas; il sera toujours plus froid que celui dont le sol sera composé de terreins nus, soit qu'ils soient de terres végétables, de sables, ou de masses de roches.

Dans tous ces cas, l'évaporation, plus ou moins abondante, qui se fait, soit des masses d'eau, soit des forêts, soit des prairies, contribue aussi considérablement à l'augmentation du froid.

Enfin, la température des couches extérieures de la surface des mers & des lacs, est en général plus froide que celle des continens correspondans, excepté pendant l'hiver.

Mais les terreins qui acquièrent le plus de chaleur par l'action de la lumière, sont ceux qui en absorbent les rayons. Tels sont les terreins noirs. On sait que la neige qui est sur ces terreins fond beaucoup plus vîte qu'ailleurs. Les cultivateurs, dans quelques contrées de la Savoie, répandent, au printems, de la terre noire sur ceux de leurs champs qu'ils veulent

cultiver de bonne heure. La neige y fond quinze ou vingt jours plutôt qu'ailleurs.

§. LIV. La position du local a encore beaucoup d'influence sur sa température.

Un endroit situé au midi, au bas de collines ou de montagnes, qui réfléchissent les rayons du soleil, sera extrêmement chaud, tandis que l'autre côté de la montagne, qui sera exposé au nord, sera très-froid, quoique pas plus élevé que le premier.

§. LV. Les vents contribuent également à la température extérieure. Un vent sera plus ou moins chaud, plus ou moins froid, suivant les lieux qu'il aura traversés.

Les vents, qui ont traversé les pays chauds, ont acquis une grande chaleur. Voilà pourquoi les vents du sud, dans notre hémisphère, sont en général chauds, & ceux du nord froids. Cependant les vents de sud seroient froids pour une contrée qui auroit au midi de hautes montagnes couvertes de neige.

Les vents de terre sont en général plus chauds que ceux de mer, parce que ceux-ci se sont refroidis sur les eaux. Plus le continent qu'un vent aura traversé sera chaud, plus le vent le sera lui-même. Les vents d'est, sur la côte du Sénégal, sont étouffans, parce qu'ils ont traversé toute l'Afrique : & les mêmes vents

font froids en Amérique, parce qu'ils ont traversé tout l'Océan Atlantique.

En France, les vents d'ouest font froids & pluvieux, parce qu'ils ont traversé l'Océan Atlantique. Les vents de sud font chauds, & assez souvent pluvieux, parce qu'ils viennent d'Afrique, & ont traversé la Méditerranée. Les vents d'est font tempérés & secs, parce qu'ils ont traversé l'Asie, & une partie de l'Europe. Les vents de nord font froids, venant des zones glaciales.

L'air n'acquiert cependant pas ordinairement la température de la surface de la terre. Pictet a constaté ce fait par des observations comparées. Il a placé des thermomètres en terre, d'autres proche la surface de la terre, de troisièmes à différentes élévations au-dessus de cette surface : ils n'ont jamais marqué le même degré de température.

Celui qui étoit placé à cinquante pieds au-dessus de la surface de la terre, montoit moins pendant le jour, & descendoit moins pendant la nuit que celui qui n'étoit qu'à cinq pieds au-dessus de la surface de la terre.

Celui qui étoit à cinq pieds au-dessus de la surface de la terre, éprouvoit de grandes variations. Il montoit très-haut à l'instant le plus chaud du jour. Une heure après le coucher du

ſoleil, il étoit à-peu-près au même degré que celui placé à cinquante pieds d'élévation ; & enſuite il deſcendoit beaucoup plus bas. Il remontoit lorſque le ſoleil étoit levé.

Mais celui dont la boule étoit en terre eſt monté juſqu'à 45 degrés dans la journée, & il s'eſt ſoutenu à une grande hauteur pendant la nuit.

Ceci prouve que la ſurface de la terre conſerve ſa chaleur pendant la nuit, tandis qu'à une petite hauteur au-deſſus de cette ſurface, la chaleur diminue beaucoup plus qu'à une élévation de cinquante pieds. C'eſt ſans doute l'effet de l'évaporation.

J'ai fait des expériences ſemblables en hiver. Ayant placé un thermomètre en terre, de manière que ſon tube fût viſible, & un autre à trois pieds au-deſſus de la ſurface de la terre, dans un tems de forte gelée, le premier deſcendoit beaucoup plus bas que le ſecond. La terre, à raiſon de ſa denſité, acquiert un plus grand degré de froid que l'air.

Il paroît ſurprenant d'abord que l'air, étant environ neuf cents fois plus léger que l'eau, & deux mille ſix cents fois plus léger que les ſubſtances qui compoſent les continens, puiſſe produire des changemens auſſi ſubtils dans la

température extérieure, que le font les vents du nord & les vents du sud.

Mais qu'on observe que ces vents sont formés d'une masse d'air qui a deux à trois mille pieds de hauteur, & peut-être plus. Ils peuvent donc facilement faire fondre la glace, la neige, & faire dégeler la surface de la terre à la profondeur de quelques pouces.

La température des premières couches de la terre varie donc prodigieusement par ces causes extérieures, puisqu'elles peuvent s'échauffer jusqu'à 45, 50 & même 70 degrés dans la chaleur de l'été.

Et qu'en hiver, elles se refroidissent jusqu'à 30, 40 & peut-être 100 degrés.

Tandis qu'à quelques pieds de profondeur, cette température varie peu. Par exemple, à notre latitude, elle ne varie pas à quatre-vingts pieds de profondeur.

Mais sous la ligne, & vers les pôles, cette variation doit s'étendre à de plus grandes profondeurs.

Tel est le résultat des différentes observations qu'on a faites sur la chaleur, soit à l'intérieur du globe, soit à sa surface. Il nous reste à en rechercher les causes.

§. LVI. Le soleil entre sans doute pour beaucoup dans la chaleur qui se fait sentir à la

surface de la terre. Mais il n'en est pas de même de celle qu'on observe à son intérieur. Nous avons vu qu'à une petite profondeur, elle est constante, en hiver comme en été. C'est ce qui a forcé à recourir à une autre cause.

§. LVII. Kircher est un des premiers qui, depuis le renouvellement des sciences, ait reconnu une chaleur propre au globe, laquelle entretenoit cette température uniforme dans les entrailles de la terre. D'autres physiciens l'ont admise comme lui. Mais on peut regarder Mairan comme le premier qui a porté dans cette discussion, les principes nécessaires pour découvrir la vérité, en distinguant les différentes causes qui influent sur ce phénomène (1).

Il considère d'abord l'effet que produit l'action du soleil sur la surface de la terre. Il suppose avec Newton (*Princip. Mathem. lib.* 3, *prop.* 8, *corol.* 4, *& prop.* 41), que la force du soleil, pour échauffer un climat, est proportionnelle à sa lumière, & que sa lumière l'est à la densité ou quantité de ses rayons. Il est évident que plus la quantité de lumière,

(1) Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, 1719 & 1765.

qui tombera ſur un corps, ſera conſidérable, plus grande ſera la chaleur qu'elle produira.

Il cherche enſuite à déterminer cette quantité de lumière dans les différens climats, à raiſon des latitudes. Il trouve quatre élémens qu'il faut conſidérer.

§. LVIII. Le premier ſe tire de la lumière du ſoleil ſur l'horizon. Plus cet aſtre approche du zénith du lieu qu'on conſidère, plus ſes rayons dardent perpendiculairement, & plus leur chaleur aura de force. Halley penſoit qu'il falloit prendre la raiſon ſimple des ſinus des hauteurs. Fatio ſoutenoit, au contraire, que c'étoit la raiſon des carrés. Mairan conſulta l'expérience. Il prit des miroirs égaux, dont il fit tomber les rayons réfléchis ſur la boule d'un thermomètre. Un ſeul miroir fit monter la liqueur du baromètre à trois degrés ; deux miroirs la firent monter à ſix ; trois miroirs, à neuf. D'où il conclut que la chaleur que produiſent les rayons du ſoleil, ſuit la ſimple raiſon des hauteurs.

§. LIX. Le ſecond élément ſe tire de l'intenſité que la lumière conſerve après avoir traverſé l'atmoſphère : car il ſe perd une plus ou moins grande quantité de rayons lumineux, ſuivant les ſinus des hauteurs. Le calcul ne ſauroit la déterminer. Bouguer a donné une

table, dans laquelle il assigne cette intensité pour toutes les différentes hauteurs du soleil. Il suppose la force de la lumière, en partant du soleil, être 10,000. Il trouve que lorsque cet astre sera au zénith, ou à la hauteur de 90 degrés, cette force, en arrivant sur la terre, sera réduite à 8136. Le soleil étant à 50 degrés de hauteur, cette force sera 7624. A 25 degrés de hauteur, elle sera 6136. A l'horizon de Paris, au solstice d'été, elle sera 7944 $\frac{94}{100}$; & au solstice d'hiver, elle sera 5094 $\frac{38}{100}$.

§. LX. Le troisième élément se déduit de la distance du soleil à la terre. En hiver, cette distance est 33780210 de lieues; & en été, elle est de 34934726 de lieues. Mais il demeure moins sur notre horizon en hiver. En balançant ces deux effets, il trouve que la force du soleil au solstice d'été est celle qu'il a au solstice d'hiver, comme 841 est à 900, ou à-peu-près comme 14 est à 15.

§. LXI. Le quatrième élément se déduit de la longueur des jours, ou des arcs semi-diurnes. Plus le soleil demeure de tems sur l'horizon, plus son action est prolongée. Mairan la suppose en raison du carré du tems. A Paris, les jours étant deux fois plus longs au solstice d'été qu'à celui d'hiver, cette cause doit être quadruple en été. La théorie ne

donne cependant que la raiſon directe des tems. Car une même cauſe qui agit pendant deux heures ne peut produire que deux fois autant d'effet qu'elle produit dans une heure, dès qu'on la ſuppoſe égale. Mais nous verrons que, ſuivant l'expérience, ſon effet fait une raiſon encore plus grande que celle des carrés. C'eſt ce qu'on appelle l'ACCÉLÉRATION de chaleur.

Cette cauſe reçoit une augmentation par l'effet des réfractions, qui prolongent la préſence du ſoleil ſur l'horizon, plus ou moins de tems, à raiſon des latitudes. Au pôle, par exemple, il n'y auroit qu'un ſeul point qui, aux équinoxes, ne dût point voir coucher le ſoleil; & au ſolſtice d'été, il n'y a que les régions ſituées au-delà du cercle polaire, qui duſſent le voir tout le jour. Ceci s'étend néanmoins à une beaucoup plus grande latitude, à cauſe de la force de la réfraction. C'eſt cette plus grande latitude, à laquelle s'étendent ces phénomènes, qui fixe le lieu que les aſtronomes appellent *le cercle determinateur de la lumière & de l'ombre.*

§. LXII. Mairan cherche enſuite à déterminer l'intenſité de ces quatre élémens aux deux ſolſtices pour la latitude de Paris, en faiſant toutes les réductions néceſſaires.

1°. Hauteur, toute réduction faite,

En été, 64° 38′ 37″.

En hiver, 17° 41′ 30″.

2°. Intensité de la lumière,

En été, 7944 $\frac{94}{100}$.

En hiver, 5094 $\frac{38}{100}$.

3°. La force de la lumière est en raison inverse de la distance au soleil,

En été, 9833 $\frac{1}{2}$.

En hiver, 10166 $\frac{1}{2}$.

4°. Les arcs semi-diurnes sont, en été, 483′, & en hiver, 245′, dont il faut prendre les carrés.

Mairan prend ensuite les logarithmes de tous ces nombres, & il trouve :

1°. hauteur	H	en été	9,9560057.	hiver	9,4839354.
2°. intensité	I	été	3,9009050.	hiver	3,7070913.
3°. densité	D2	été	7,3678942.	hiver	8,0243428.
4°. arcs	R2	été	5,3678942.	hiver	4,7783322.
			27,2094066.		25,9837017.

Retranchant la petite somme de la grande, il reste 1,225,7049, qui est le logarithme de 16 $\frac{81}{100}$.

Ce sera le rapport de l'été solaire E à l'hiver solaire H à la latitude de Paris, & on aura E . H :: 16 $\frac{81}{108}$. 1. En sorte que la chaleur du soleil, à Paris, sera seize fois plus grande en été

qu'en hiver, pour un moment déterminé ; par exemple, pour midi des jours du solstice d'hiver & de celui d'été.

Mairan, pour avoir cette chaleur en parties trigonométriques, augmente du nombre 23 le logarithme de la formule E. H : : $16\frac{82}{100}$. 1. Il trouve en parties trigonométriques $16\ \frac{82}{100} =$ $\frac{16 \cdot 96\ \frac{11}{100}}{963\ \frac{27}{100}}$ dont la différence est 15232 ; c'est-à-dire, que la différence de l'été solaire à l'hiver solaire, est, à Paris, de 15232 parties trigonométriques.

Il recherche ensuite quelle est la différence réelle entre l'été vrai & l'hiver vrai. Amontons l'avoit trouvée dans le rapport de $51\frac{1}{2}$ à 60, ou comme 6 est à 7.

Mairan compara toutes les observations thermométriques depuis 1701 jusqu'à 1756 pour Paris. Il trouva que la plus grande chaleur moyenne étoit de 1026 degrés, & le plus grand froid moyen 994 degrés, en supposant 1000 pour terme de la glace. Ce qui donne trente-deux parties thermométriques pour différence entre l'été & l'hiver réels, qui sont entr'eux comme 32 à 31.

Il a ensuite cherché quel étoit le degré de la plus grande chaleur moyenne dans tous les climats en été. Il a trouvé 1026 degrés.

Les quatre élémens déduits ci-dessus de l'action de la lumière du soleil, ne peuvent donner ce résultat, dit-il. Il faut donc en conclure qu'il y a une autre cause qui ne peut être que la chaleur centrale.

A Paris, la chaleur du soleil, en été est 32,02, & en hiver 1,02. Ainsi, l'émanation du feu central doit fournir 99,198.

Le rapport de cette émanation sera à la chaleur solaire, en été, comme 29,16 est à 1.

En hiver, comme 491 est à 1.

L'hiver & l'été vrais sont entr'eux comme 31 est à 32.

L'hiver & l'été solaires sont entr'eux comme 1 à $16\frac{80}{100}$; par conséquent ils diffèrent de plus de 15 entiers.

Tel est le précis du travail de Mairan.

Tous ses calculs sur l'intensité de l'action de la lumière du soleil sont fondés sur des principes incontestables. Il est sûr que plus le soleil a de hauteur, plus ses rayons approchent de la perpendiculaire, & moins il s'en perd en traversant l'atmosphère. Les calculs de Bouguer sur l'intensité d'action de la lumière du soleil sont exacts. D'ailleurs, plus cet astre est proche de la terre, plus de tems il demeure sur l'horizon, plus grande doit être sa chaleur.

Néanmoins il n'en est pas moins vrai que

l'expérience eſt contraire aux conſéquences de Mairan. Elle ne pourroit y être conforme que pour deux jours ſéparés, l'un au ſolſtice d'hiver, & l'autre au ſolſtice d'été. Il ne prouve point que la chaleur du ſoleil, au ſolſtice d'hiver, ne ſoit que la $\frac{1}{500}$ partie de la chaleur centrale, & que cette même chaleur, au ſolſtice d'été, ne ſoit que la $\frac{1}{29}$ partie de la chaleur centrale.

Il avoit fort bien obſervé, dans ſon premier mémoire, qu'il y avoit dans la chaleur ſolaire une *accélération* conſidérable, qui produiſoit le plus grand effet. Le plus haut degré de chaleur du jour n'arrive point à midi, mais deux ou trois heures après. Les jours les plus chauds de l'été ne ſont point au ſolſtice; ils ſont environ quarante jours après le ſolſtice. A meſure que le ſoleil approche du ſolſtice, & en revient, il y a chaque jour une petite accélération de chaleur, dont la ſomme donne enſuite les grands degrés de chaud que nous obſervons. Sans cette accélération, le midi d'hiver, lorſqu'il fait un beau ſoleil, feroit, comme l'a fort bien dit Mairan, plus chaud que le matin ou le ſoir d'un jour d'été, en s'en tenant aux calculs rigoureux.

§. LXIII. Ces calculs ne donnent donc point le vrai rapport de la chaleur intérieure

K 4

de la terre avec celle que produit le soleil à sa surface. Ils supposent celle-ci beaucoup trop foible, relativement à l'autre. C'est que Mairan a oublié de tenir compte de cette *accélération*.

La température des caves de l'observatoire de Paris ne varie point; elle est de 1010°. Ce seroit par conséquent celle de la surface de la terre à cette latitude, si des causes extérieures ne la modifioient.

Un corps, qui a un certain degré de chaleur, se refroidit continuellement. Le refroidissement sera d'autant plus prompt, que ce corps sera meilleur conducteur de la chaleur. Le globe de la terre, qui a un degré de chaleur quelconque, se refroidira donc aussi, comme les autres corps, plus ou moins promptement.

L'évaporation des liqueurs est un des meilleurs moyens pour dissiper la chaleur, comme nous l'avons vu. Les différentes portions de la surface de la terre se refroidiront donc d'autant plus promptement, qu'elles seront couvertes de portions de fluides, qui s'évaporent, comme d'eaux.... Romé de Lisle avoit peut-être trop accordé à cette cause (1), en disant

(1) Action du feu central démontrée nulle à la surface du globe.

qu'elle étoit la cause principale du refroidissement de la terre. Cette évaporation est bien plus considérable, en été qu'en hiver, le jour que la nuit : & ce ne sont pas les instans du plus grand froid. Il y a donc encore d'autres causes qui concourent à produire cette grande différence qu'il y a dans la température extérieure.

Ce sont plutôt les pluies. Nous avons vu (§. LII), que la saison des pluies rafraîchit tellement l'air des contrées les plus chaudes, qu'on l'appelle leur hiver.

Quoique la lumière du soleil ne paroisse point avoir un certain degré de chaleur sur les hauteurs, & que peut-être elle n'ait point de chaleur réelle, il est certain que, parvenue à la surface du globe, elle en échauffe les corps, & l'air qui les environne, soit en mettant les parties du feu en mouvement, soit de toute autre manière que nous n'examinons pas ici. Mais cet air & ces corps se refroidiront, dès que la cause de leur chaleur cessera, c'est-à-dire, que le soleil disparoîtra. Par conséquent, si le soleil demeure long-tems sans remonter sur l'horizon, toute la chaleur qu'il aura produite sur la terre sera dissipée à son retour. Si au contraire il demeure peu de tems absent, une partie de cette chaleur subsistera encore

lorſqu'il reparoîtra : ce qui produira une accélération de chaleur.

Dans les grands jours de ſeize heures à notre latitude, le ſoleil n'eſt que huit heures abſent. Sa chaleur n'a pas le tems de ſe diſſiper avant ſon retour. Elle eſt au contraire preſque toute diſſipée, quand les nuits ſont de ſeize heures. Auſſi le froid ſe fait-il ſentir vivement avant que le ſoleil reparoiſſe.

Dans la zone torride, les nuits étant de douze heures, la chaleur n'a pas le tems de ſe diſſiper dans cet intervalle, & il en reſte encore beaucoup le lendemain lorſque le ſoleil reparoît. Cependant les roſées abondantes qui tombent dans ces contrées, le miellat des plantes qui tranſude, ſont autant de cauſes qui diminuent de plus en plus la chaleur, & rendent les nuits très-fraîches. L'accélération de chaleur y eſt donc plus conſidérable. Néanmoins il y en a une chaque jour : &, avec le tems, elle monteroit à un degré exceſſif, ſi la ſaiſon des pluies, des grands vents, & d'autres cauſes ne venoient détruire cette augmentation de chaleur.

Il faut encore obſerver que, ſous l'équateur, la terre y eſt relevée de dix mille toiſes. Ainſi, les terres, ſous cette partie, doivent

conserver davantage leur chaleur intérieure, toutes choses égales d'ailleurs.

§. LXIV. L'accélération de chaleur, produite par les rayons solaires, est donc une cause beaucoup plus puissante que toutes les autres, de la chaleur qu'on éprouve à la surface de la terre. L'erreur des calculs de Mairan vient de ce qu'il a négligé de tenir compte de cette accélération.

A Tornéo, par exemple, dans le tems que le soleil est au solstice d'été, ou après, ses rayons y tombent aussi obliquement qu'ils le font à notre latitude aux environs de l'équinoxe. Un grand nombre doit donc se perdre dans l'atmosphère. Leur choc sera très-oblique. Ainsi, ils ne frapperont point les corps avec la même force qu'ils font lorsqu'ils s'approchent de la perpendiculaire. Cependant ils produisent le même degré de chaleur que sous la zone torride. Ce ne peut donc être que par leur continuité d'action. Le soleil ne s'absente presque pas de dessus l'horizon. Ainsi, la chaleur qu'il communique chaque jour ne se perd pas. Elle s'accumule ; & quelque foible qu'elle paroisse chaque jour, il arrive un point où elle monte au même degré que dans les climats les plus chauds.

Mais dès que le soleil se retire du côté de

l'équateur, ou vers le tropique opposé, les nuits commencent à devenir plus longues. La chaleur diminue peu-à-peu, & le froid parvient à un degré extrême.

Nous avons vu que, sur les bords du Vilhoui, par les 66 degrés de latitude nord, le terrein ne dégèle plus depuis environ deux pieds au-dessous de sa surface, jusqu'à une profondeur qui ne nous est pas connue : & cependant il y a un été. La terre y dégèle à la surface jusqu'à la profondeur de quinze ou vingt pouces, & y nourrit des végétaux. Cette chaleur ne peut donc être l'effet de la chaleur centrale, puisqu'au-dessous de vingt pouces, cette même terre est gelée jusqu'à une profondeur considérable, & ne dégèle plus. Elle est donc due uniquement à l'action des rayons du soleil.

Le même phénomène se présente dans toute l'étendue des zones glaciales.

Néanmoins, on auroit tort de prétendre que la chaleur intérieure du globe n'a aucune influence sur sa température extérieure. Car il n'est pas possible que les couches intérieures de la terre ayent une chaleur de dix degrés, par exemple, à notre latitude, sans qu'elles n'en communiquent continuellement aux couches extérieures. Le froid seroit donc beaucoup

plus considérable à la surface de la terre, si cette chaleur centrale n'en tempéroit sans cesse l'âpreté.

Supposons qu'à une certaine profondeur, sous les zones glaciales, les couches intérieures de la terre n'eussent pas une chaleur quelconque, & fussent à zéro, par exemple : les couches extérieures auroient un degré de froideur beaucoup plus considérable qu'aujourd'hui : & par conséquent, en été, les rayons du soleil, au lieu de faire dégeler la terre à quinze ou vingt pouces de profondeur, ne la dégèleroient que de quelques pouces, ou de quelques lignes, comme il arrive dans les glaciers.

La neige offre un exemple frappant à cet égard. Les couches extérieures de la terre ne gèlent point lorsqu'il y a beaucoup de neige à notre latitude. Le froid pénètre beaucoup moins dans les caves & dans les celliers. C'est que cette couche épaisse de neige empêche le froid d'arriver jusqu'aux couches de la terre, lesquelles conservent la chaleur dont elles jouissoient. La neige fait ce qu'opéreroit tout autre corps qui couvriroit la surface de la terre d'une certaine épaisseur. Nos plus grands froids, à notre latitude dans les plaines, ne gèlent pas la terre à plus de 15, 18 à 20 pouces. Vingt pouces de neige empêcheront donc que la

gelée ne pénètre jusqu'aux couches de la terre. Mais au nord, & dans les hautes montagnes, la gelée s'étend à une bien plus grande profondeur. Il faudroit donc plus de neige pour empêcher que les couches extérieures de la terre ne gèlent.

C'est ce que présentent les glaciers des hautes montagnes. Dans les endroits où ils ont peu d'épaisseur, leur portion, qui touche la surface de la terre, ne dégèle point; mais lorsque leur épaisseur est très-considérable, la portion, qui est contigue à la terre, dégèle; & il coule sans cesse sous ces glaciers une grande quantité d'eau, qui devient l'origine des fleuves les plus considérables. Mais la surface extérieure de ces glaciers dégèle peu. La glace n'y fond que de quelques lignes pendant le jour.

Résumons en peu de mots ce que nous avons dit sur les causes de la température extérieure.

La chaleur centrale, qui, à notre latitude, paroît être de dix degrés, se communique aux couches extérieures de la terre. Elles acquerroient donc la même température de 10 degrés, & la conserveroient, si des causes extérieures ne venoient y apporter de grandes différences.

Entre ces causes extérieures, il faut placer les eaux, les vents, l'évaporation, les pluies, la

nature du sol, son élévation .... qui diminuent cette chaleur.

Et, d'un autre côté, l'action des rayons du soleil, qui l'augmentent d'une quantité plus ou moins considérable.

Le froid moyen, à notre latitude, est de sept degrés au-dessous de zéro.

La chaleur y est de 26 degrés; ce qui fait en tout 33 degrés de différence.

Mais les rayons du soleil, donnant 1 degré au solstice d'hiver, en donnent 16,80 au solstice d'été.

Il faudroit donc encore 16,20 pour faire 33 degrés.

Or ces 16,20° ne peuvent venir que de l'accélération de la chaleur, produite par les rayons solaires, & laquelle s'accumule chaque jour. Car du solstice d'hiver au solstice d'été, la chaleur intérieure du globe ne peut changer d'une quantité sensible.

Mais sans cette chaleur intérieure les rayons du soleil ne pourroient produire une chaleur d'un degré au solstice d'hiver, ni de 16,80° au solstice d'été. La chaleur intérieure du globe influera donc réellement sur sa température extérieure, soit en hiver, soit en été.

On a dit: en supposant la température de

tout l'intérieur du globe à zéro, quel degré de chaleur le soleil produiroit-il à sa surface ?

1°. A l'équinoxe.

2°. Au solstice d'hiver.

3°. Au solstice d'été.

Je réponds qu'on ne peut point admettre cette supposition, parce que la température des couches de la surface seront toujours plus froides que celles de l'intérieur, & celles des pôles que celles de l'équateur...

§. LXV. Avec ces principes, on expliquera facilement tous les phénomènes que la température extérieure du globe nous présente.

1°. Celle qui est à l'intérieur de la terre à notre latitude ne change point, au moins à une certaine profondeur de quatre-vingts pieds, parce que le soleil lui rend à-peu-près autant de chaleur qu'elle en perd par le refroidissement.

Mais il paroît qu'à la même profondeur de quatre-vingts pieds, sous la zone torride, le thermomètre éprouveroit des variations en plus, c'est-à-dire, que la température y seroit plus élevée; tandis qu'à la même profondeur, sous les zones glaciales, la température moyenne seroit moindre, & le thermomètre seroit au-dessous de 1010 degrés.

Vraisemblablement,

Vraiſemblablement, à de plus grandes profondeurs, la température intérieure ſeroit la même à toutes les latitudes. Car, dans l'intérieur du globe, la chaleur doit chercher à ſe mettre en équilibre, comme elle fait dans tous les corps. Les contrées ſous la ligne, communiqueront donc ſans ceſſe de leur chaleur aux couches qui avoiſinent les pôles. Cette communication de chaleur doit être continuelle, de manière que toutes les couches intérieures du globe, à une grande profondeur, aient à-peu-près la même température. Si cela n'étoit pas, les couches intérieures, qui ſont à notre latitude, varieroient également de température.

2°. Il faut avoir égard, à la vérité, aux terreins ſitués ſous les mers, dont la température n'eſt pas la même. Nous avons vu qu'il paroît que la température moyenne de la maſſe des eaux des mers peut être eſtimée à environ ſix degrés. Le ſol ſur lequel elles repoſent doit donc leur communiquer ſans ceſſe de la chaleur, & par conſéquent perdre la ſienne.

Le ſol du fond des mers ſera plus froid que la portion continentale des régions ſous la zone torride & ſous les zones tempérées, mais plus chaud que les continens des zones polaires.

Et comme il y a des mers qui ont une grande profondeur, peut-être d'une lieue, l'équilibre de température entre toutes les couches extérieures du globe, ne pourra donc être établi qu'à une profondeur de deux ou trois lieues peut-être.

3°. Sur les montagnes élevées le froid y est toujours plus grand que dans les plaines, 1°. parce que dans celles-ci la chaleur s'y dissipe moins ; 2°. les rayons de lumière y sont plus ramassés, & s'y perdent moins, tandis que sur la croupe d'une montagne, ils sont rendus divergens ; 3°. l'atmosphère est plus dense dans la plaine. Aussi ces montagnes perdent-elles journellement de leur chaleur.

4°. Car le froid paroît augmenter tous les jours dans les hautes montagnes. Les glaciers de la Suisse prennent des accroissemens continuels. Gruner rapporte que des prairies & des grandes forêts de mélèzes se trouvent aujourd'hui au milieu des glaces qui ne fondent plus. Il dit encore qu'on voit le haut du clocher d'un village qui a été englouti sous les neiges.

On voit les glaces & les neiges s'augmenter dans toutes ces hautes montagnes : & plusieurs passages, qui étoient ouverts autrefois, sont

impraticables aujourd'hui. Les habitans du Valais pouvoient communiquer avec le canton de Berne par le Grendewald, & aujourd'hui cela n'eſt plus poſſible. La grande mer de glace, qui couvre toutes les baſes du Mont-Blanc, prend auſſi des accroiſſemens journaliers.

Enfin, c'eſt une tradition conſtante parmi tous les habitans de ces montagnes, que les glaciers prennent journellement de nouveaux accroiſſemens. Les chaſſeurs l'aſſurent particulièrement, fondés ſur ce que pluſieurs paſſages, qui leur étoient ouverts, ne ſont plus praticables à cauſe des glaces.

Les glaces paroiſſent également augmenter dans les régions polaires. Les navigateurs trouvent aujourd'hui plus d'obſtacles de la part des glaces, pour voyager dans ces mers, qu'on n'en éprouvoit autrefois. Le détroit de Weigatz, que Barentz traverſa en 1594, eſt aujourd'hui bien moins abordable.

5°. Les pays couverts de bois, coupés par des lacs, de grandes rivières, remplis de marais, de ſavannes... ſont plus froids que les autres régions à la même latitude. C'eſt pourquoi l'Amérique ſeptentrionale eſt beaucoup plus froide, aux mêmes latitudes, que l'ancien continent. La cauſe de ce phénomène

est l'évaporation, qui y est plus considérable.

Les contrées au contraire couvertes de sable, telles que les plaines d'Afrique, quelques endroits de l'Asie....... sont les pays les plus chauds de la terre.

Rome, & toute cette portion de l'Italie qui l'environne, étoient autrefois plus froides qu'aujourd'hui, parce qu'elles étoient couvertes de forêts. Il en est de même des parties méridionales de la France, de l'Allemagne.....

DU REFROIDISSEMENT DU GLOBE.

§. LXVI. Les faits que nous venons de rapporter ne permettent pas de douter que le globe n'ait perdu beaucoup de sa chaleur primitive. Aussi est-ce une vérité reconnue de tous les géologues.

Il tend à se refroidir continuellement, comme le font tous les corps chauds, dont la chaleur n'est pas renouvelée par une cause active. Or nous ne connoissons point de cause propre au globe, qui puisse compenser cette perte. Les feux souterreins produisent si peu d'effets à cet égard, qu'on sait que la température extérieure des montagnes qui les recèlent n'en est pas ex-

hauſſée ſenſiblement. Il y a des neiges qui ne fondent preſque jamais ſur l'Etna, ſur le pic du Ténérife, ſur Coto-Paxi....

On ne ſauroit d'ailleurs ſuppoſer une grande maſſe de feux dans le centre de la terre. Nous n'avons aucun fait qui pût donner quelque poids à cette hypothèſe.

Il n'y a donc que la chaleur communiquée par le ſoleil, qui puiſſe réſiſter au refroidiſſement de la terre.

Le refroidiſſement d'une ſphère eſt en raiſon de ſa ſolidité. Si on pouvoit aſſigner le premier degré de la chaleur de la terre, & que celui que lui communique le ſoleil fût bien calculé, on pourroit donc déterminer le tems qui s'eſt écoulé, pour qu'elle parvînt à la température actuelle. Mais nous n'avons point de données à cet égard. Contentons-nous donc des faits que nous connoiſſons, & tâchons de découvrir ſi, dans ce moment, la terre acquiert ou perd de ſa chaleur.

A notre latitude de Paris, 48° 50′, la chaleur des caves de l'obſervatoire ne varie pas ; ce qui peut repréſenter la chaleur centrale. Elle eſt de 1010°, en ſuppoſant la liqueur du thermomètre diviſée en mille parties.

La chaleur moyenne de nos étés eſt 1010 + 16 = 1026 dans les plaines.

Et le froid moyen de nos hivers 1010 — 16 = 994°.

Dans le courant de l'année, la chaleur paroît être au moins auſſi ſouvent au-deſſus de 1010 qu'au-deſſous.

Il paroîtroit donc qu'à notre latitude la partie continentale des plaines acquiert autant de chaleur pendant l'été par l'action du ſoleil, qu'elle en peut perdre l'hiver pendant ſon abſence.

Dans les pays qui ſont depuis cette latitude juſqu'à la ligne, la partie du continent doit acquérir beaucoup plus de chaleur qu'elle n'en peut perdre, puiſque, dans la plus grande partie de ces contrées, le thermomètre ne deſcend jamais à zéro : & que, dans beaucoup d'autres, il ſe tient à pluſieurs degrés au-deſſus de zéro, & monte ſouvent à 30 & 32 degrés. Auſſi la chaleur moyenne de ces contrées eſt-elle beaucoup au-deſſus de 10 degrés.

Dans les zones ſituées depuis notre latitude juſqu'aux pôles, la partie continentale doit perdre plus de ſa chaleur qu'elle n'en gagne par l'action du ſoleil. Les hivers ſont très-longs & les froids très-rigoureux. Auſſi eſt-on ſûr que l'Iſlande eſt beaucoup plus froide aujourd'hui qu'elle ne l'étoit il y a peu de ſiècles. Elle étoit couverte de belles forêts, & il n'y croît aujourd'hui que des arbres rabougris.

La Scythie, cette pépinière ancienne d'hommes forts & robustes, devoit avoir autrefois une température bien plus douce que celle de notre Sibérie & de notre Tartarie.

La même chose a lieu dans toutes les hautes montagnes, qui se refroidissent continuellement, comme nous l'avons vu dans les montagnes de la Suisse.

Mais ces dernières zones, y compris les hautes montagnes des autres zones, sont à peine le quart de celles où il y a augmentation de chaleur.

Par conséquent toute la partie continentale du globe acquerra plus de chaleur qu'elle n'en perd.

Mais il faut prendre d'autres données pour les régions occupées par les eaux, parce que celles-ci ne reçoivent pas le même degré de chaleur que les terres.

La chaleur moyenne des mers, entre les tropiques, n'est peut-être que 9 degrés, & elle est même vraisemblablement au-dessous.

Dans les mers des zones tempérées, la chaleur moyenne des eaux n'est peut-être que de 4 degrés au-dessus de zéro.

Dans les mers des zones glaciales, la chaleur moyenne n'est peut-être que d'un ou deux degrés au-dessus de zéro. Elles sont, le

plus souvent, couvertes de glaces auprès des continens & des îles.

Il faudroit donc prendre un terme moyen pour déterminer le degré de chaleur de toute l'étendue des mers. Mais nous n'avons point assez d'observations pour le fixer d'une manière certaine. Il est sûr néanmoins qu'il seroit beaucoup au-dessous de dix degrés. Nous l'avons fixé à six degrés; tandis que la chaleur moyenne des continens est au-dessus de ce même terme de dix degrés. Nous l'avons fixé à 12 degrés.

Les peuples instruits de l'Europe ont aujourd'hui des possessions dans toutes les contrées de la terre, & à toutes les latitudes. Il seroit à désirer qu'ils fissent les observations suivantes.

Je voudrois qu'à Tornéo, à Abo, à Archangel, à la baie d'Hudson, en Islande, & dans toutes les contrées les plus froides de notre hémisphère, on creusât à la profondeur de quatre-vingt à cent pieds des galeries d'une certaine étendue, dans lesquelles on feroit des observations thermométriques, comme à l'observatoire de Paris.

Que la même chose se fît à toutes les latitudes, sur-tout auprès des grandes villes, comme Upsal, Stockholm, Pétersbourg, Tobolsk, Copenhague, Vienne, Londres, Berlin, Turin, Madrid, Philadelphie, Boston...

Que les mêmes obſervations ſe fiſſent dans les pays chauds, à Madras, à Pondichéri, à Batavia, au Cap, à Lima, à Carthagène, au Sénégal . . .

Il faudroit auſſi multiplier les obſervations thermométriques dans le ſein des mers à différentes profondeurs, à différentes latitudes, & en différentes ſaiſons, pour avoir des réſultats certains.

Par ces moyens, on auroit, au bout de quelques ſiècles, des obſervations précieuſes ſur la chaleur centrale, & on ſauroit ſi elle éprouve des variations à différentes latitudes; ſi elle augmente, ou ſi elle diminue.

Nous ne pouvons, dans ce moment, prononcer avec certitude ſur ces objets; néanmoins, en partant des faits que nous avons, je penſe qu'on peut dire:

Que la chaleur intérieure des continens, ſitués entre les tropiques, augmente à une certaine profondeur.

Que celle des continens, ſitués dans une partie des zones tempérées, ne ſouffre pas beaucoup de variations.

Que celle des continens polaires & des hautes montagnes diminue conſidérablement à une certaine profondeur.

Que celle des régions, ſituées ſous les mers, diminue chaque jour.

Et qu'en ſomme, la chaleur du globe diminue journellement.

§. LXVII. J'ai ſuppoſé que, dans les premiers tems, lors de la criſtalliſation générale du globe, ſa chaleur centrale étoit au moins égale à celle de l'eau bouillante, & même ſupérieure. Il m'eſt facile maintenant de prouver que je n'ai pas pouſſé trop loin la ſuppoſition.

1°. Il eſt prouvé, comme nous venons de le voir, que le globe ſe refroidit continuellement.

2°. Le globe exiſte ſous ſa forme actuelle depuis un nombre de ſiècles, que nous ne pouvons aſſigner, ni même ſoupçonner. Mais cette durée doit être beaucoup plus conſidérable que nous ne pourrions le croire.

Prenons ſeulement l'époque où a commencé l'exiſtence des états organiſés. A combien de milliers de ſiècles ne doit-elle pas remonter, pour qu'il ait pu exiſter une ſi grande quantité de bois foſſiles, de coquillages, & d'animaux.... & pour que toutes les couches ſecondaires aient pu être produites?...

Mais que de milliers de ſiècles ne s'étoient pas encore écoulés depuis la criſtalliſation première juſqu'à l'origine des êtres organiſés?

Les données pour aſſigner ces durées nous

manquent. Mais nous pouvons dire en général qu'elles remontent à un nombre de siècles que nous ne pouvons soupçonner.

Or, s'il est prouvé, comme nous venons de le dire, que le globe perd journellement de sa chaleur, quelque petite que soit supposée cette perte dans une année, dans un siècle, qu'a-t-elle donc dû être dans cette suite innombrable de siècles qui se sont écoulés depuis sa formation en globe?

Et qu'on observe encore que cette perte devoit être d'autant plus considérable, que sa chaleur étoit plus élevée, parce que l'action du soleil pouvoit moins la compenser.

Par conséquent, dans le principe, cette chaleur, que les faits prouvent avoir été très-considérables, devoit plus diminuer proportionnellement qu'elle ne fait dans cet instant.

On doit conclure de tous ces faits que la chaleur première du globe, sa chaleur centrale, devoit être, dans les premiers momens qui ont suivi sa cristallisation, beaucoup plus considérable qu'elle n'est aujourd'hui.

Et en supposant qu'elle étoit supérieure à celle de l'eau bouillante, on ne trouvera pas cette estimation trop forte. Je crois même qu'elle est beaucoup trop foible; car, en

ſuivant les analogies, cette chaleur devoit être de pluſieurs degrés au-deſſus de celle de l'eau bouillante.

§. LXVIII. Mais cette diminution de chaleur ira-t-elle toujours en croiſſant ?

Ou y aura-t-il un terme quelconque, paſſé lequel cette chaleur ne diminuera plus ?

Ou pourra-t-il arriver une époque à laquelle cette chaleur augmentera ?

Nous ignorons tout ce qui eſt arrivé à notre globe, & ce qui peut lui arriver encore. Mais en partant des faits connus, & ſuivant les analogies, voilà ce que nous pouvons dire.

Un des élémens de la chaleur à la ſurface de la terre, eſt la préſence des rayons ſolaires. Or ces rayons ont plus ou moins de force, à raiſon de la diſtance de cet aſtre.

1°. Newton, & pluſieurs autres géomètres, croient que, dans la ſuite des ſiècles, la terre peut s'approcher du ſoleil. Première cauſe qui pourroit augmenter la chaleur à la ſurface de la terre.

2°. Une autre cauſe influera ſur la température des étés & des hivers.

L'apogée du ſoleil arrive aujourd'hui dans les premiers jours de juillet, & ſon périgée dans les premiers jours de janvier.

Mais dans quarante à cinquante mille ans, l'apogée se trouvera au solstice d'hiver, & le périgée au solstice d'été.

L'été, toutes choses égales d'ailleurs, sera donc, à cette époque, plus chaud, & l'hiver plus froid qu'aujourd'hui.

3°. Un des autres élémens de la chaleur est l'état de la surface de la terre. Des terreins humides, couverts de bois, de lacs, de mers... sont en général plus froids qu'un terrein nu, formé de terres, de sables, de pierres.

Les montagnes sont plus froides que les plaines.

Or, dans ce moment, la surface de la terre est plus cultivée : l'homme abat les forêts, dessèche les marais, resserre le cours des fleuves.

Les lacs diminuent, ainsi que les mers.

Les montagnes s'abaissent journellement.

Ces causes doivent donc rendre moins froide la température extérieure du globe.

4°. La densité de l'atmosphère est un autre élément de la chaleur à la surface de la terre.

Or l'atmosphère est maintenant moins chargée de vapeurs, puisque les terreins humides, les forêts, les eaux, les lacs, les mers perdent journellement.

Cette densité de l'atmosphère doit diminuer

de plus en plus, puiſque toutes les cauſes dont nous venons de parler, diminuent journellement.

5°. Cette denſité de l'atmoſphère diminue encore par l'action d'une cauſe plus générale. Nous verrons que tout porte à croire que la hauteur de l'atmoſphère étoit beaucoup plus conſidérable après la formation du globe, qu'elle ne l'eſt aujourd'hui, parce qu'il s'eſt combiné, & il ſe combine journellement, une grande portion d'air dans les ſubſtances qui forment les nouvelles couches de la terre.

Voilà donc une multitude de cauſes qui doivent influer ſur la température de notre globe.

Il ſeroit difficile d'en calculer les effets, parce que nous ignorons quelle peut être leur intenſité de chacune en particulier.

Mais ne peut-il pas y avoir une cauſe intérieure & propre au globe, qui puiſſe rehauſſer ſa chaleur ?

Nous n'en connoiſſons point d'autre que l'inflammation ſpontanée des différens corps combuſtibles qu'elle renferme, charbons, tourbes, bois foſſiles, pyrites.... Celles-ci s'enflamment & communiquent l'embraſement aux autres ſubſtances. Y a-t-il une aſſez grande

quantité de ces matières combustibles, pour que tout le globe pût s'enflammer ? C'est ce que nous examinerons ailleurs.

DES DIFFÉRENS AIRS.

§. LXIX. On connoît un très-grand nombre de diverses espèces d'airs, qui existent ou combinés avec les différens minéraux, ou libres, soit dans les différentes cavités du globe, soit dans le sein de l'atmosphère. Nous aurons occasion de voir ces airs dans les analyses que nous rapporterons des substances minérales. Je vais rappeler ici succinctement les principales espèces qui nous sont connues.

1°. L'air pur. Il se trouve en quantité dans toutes les eaux qui coulent à la surface & à l'intérieur du globe.

Il existe également dans les chaux métalliques, telles que celles de manganèse, de mercure, de plomb, de cuivre...

Enfin, il est une des parties constituantes des acides, & peut-être de plusieurs autres corps.

On peut donc assurer que cet air est antérieur à la cristallisation des terrains primitifs.

2°. L'air impur ou phlogiſtiqué (azote de la nouvelle nomenclature) (1).

Il exiſte en grande quantité dans toutes les eaux.

Il paroît auſſi ſe trouver dans pluſieurs chaux métalliques.

Enfin, il forme la majeure partie de l'atmoſphère.

On peut donc le regarder comme antérieur à la criſtalliſation des terreins primitifs.

3°. L'air inflammable (hydrogène de la nouvelle nomenclature). Il ſe rencontre dans un grand nombre de cavités ſouterreines, & de galeries minérales. Les ouvriers le connoiſſent ſous le nom de feu briſſon, de moffetes. Il s'enflamme au feu de leurs lampes, & détonne avec grand fracas au toit des galeries, où il ſe porte par ſa grande légèreté. C'eſt ſurtout dans les galeries de charbon où il eſt le plus abondant.

On trouve auſſi l'air inflammable dans les eaux des marais.

Comme il y a des mines métalliques dans les terreins primitifs, l'air inflammable peut auſſi s'y trouver.

---

(1) Je continuerai d'employer la nomenclature la plus uſitée dans les ſciences.

P. L'air hépatique, ou air inflammable
ureux (hydrogène sulfuré de la nouvelle
nenclature). Il existe dans plusieurs mines.
i ai observé dans les galeries des salines de

lusieurs eaux minérales en sont chargées.
nfin, il peut se trouver dans les mines mé-
ues des terreins primitifs.

. L'air inflammable phosphorique (hydro-
phosphoré de la nouvelle nomenclature).
soupçonne qu'il existe dans une mine de
b d'Angleterre, qui détonne dès que les
ouvriers l'attaquent.

C'est ce même air qui entretient les fontaines
brûlantes, telles que celle de Piétra-Mala, celle
du Dauphiné...

L'acide phosphorique existe dans les terreins primitifs. Ainsi, il est très-vraisemblable que l'air inflammable phosphorique s'y trouvera également.

6°. L'air fixe, ou acide aérien (acide carbonique de la nouvelle nomenclature). Cet air est très-abondant dans le règne minéral. On le retire de toutes les pierres & terres calcaires. Je crois qu'il existe dans le quartz.

Il se trouve dans plusieurs chaux métalliques.

La plupart des eaux en contiennent une quantité plus ou moins considérable.

On le trouve encore dans plusieurs grottes souterreines, comme à la grotte du Chien ...

Cet air étoit antérieur à la cristallisation des terreins primitifs. Car on trouve dans ces terreins beaucoup de quartz, de spath calcaire, de pierres calcaires, de chaux métalliques, qui contiennent cet air ...

Ces différentes espèces d'air ont donc existé antérieurement à la cristallisation du globe, & faisoient partie des différentes substances qui ont formé les terreins primitifs.

DE LA FORMATION DE L'ATMOSPHÈRE.

§. LXX. Tout l'air existant n'est pas entré dans les différentes combinaisons minérales primitives. Une partie est demeurée libre. Par sa grande légèreté, elle s'est élevée au-dessus des autres substances, & a formé l'atmosphère.

L'atmosphère sera donc composée des mêmes airs qui se trouvent combinés dans les minéraux; savoir, de l'air pur, de l'air phlogistiqué ou impur, de l'air inflammable, & de l'air fixe ou acide aérien.

Ce dernier, étant très-soluble dans l'eau,

est saisi promptement par les eaux pluviales, qui l'entraînent avec elles dans les mers & les lacs. D'ailleurs sa grande pesanteur (la pesanteur du pied cube de l'air atmosphérique étan 720, celle de l'air fixe est 1080) l'empêche de pouvoir se soutenir dans le vague de l'atmosphère, & le fait précipiter sans cesse sur la terre. Aussi toutes les eaux en contiennent-elles une certaine quantité.

L'air inflammable étant très-léger, gagne les parties supérieures de l'atmosphère. C'est pourquoi on a observé que l'air est moins pur à une certaine hauteur, telle que douze cents, quinze cents toises ...... qu'à une hauteur moyenne.

Il ne reste donc, pour composer la partie inférieure de l'atmosphère, que l'air pur & l'air impur.

Les expériences les plus exactes paroissent indiquer que l'air pur en est la 0,26e partie, & l'air impur la 0,74e partie.

Le poids d'une colonne de l'atmosphère équivaut à une colonne de vingt-huit pouces de mercure, ou de trente-deux pieds d'eau.

La hauteur exacte de l'atmosphère n'est point encore connue. Peut-être même varie-t-elle lorsque la présence du soleil dilate l'air, ou que son absence le fait condenser. Il seroit cepen-

dant intéressant d'avoir des notions justes à cet égard.

On avoit cherché à calculer la profondeur de l'atmosphère par le baromètre. Sur les bords de la mer, il se soutient à vingt-huit pouces. Il diminue d'une ligne par soixante-treize pieds, dans les premiers momens d'élévation.

Mais l'air étant un fluide élastique, & très-compressible, ses couches basses éprouvent une compression qui n'est pas connue. On connoît encore moins la dilatation des couches supérieures. On ne peut donc calculer au juste la progression de la diminution de densité des couches de l'atmosphère. On supposoit qu'à la première ligne d'abaissement du mercure dans le baromètre, il falloit ajouter un pied. A la seconde ligne d'abaissement, on devoit ajouter deux pieds; à la troisième ligne, trois pieds... Mais ces estimations ne se sont pas trouvées justes. Car sur le Pitchinca, proche Quito, à deux mille quatre cent trente toises d'élévation, le mercure descend à quinze pouces onze lignes. Sur le Choussai, élevé de mille neuf cent cinquante-deux toises, le mercure se soutient à dix-sept pouces dix lignes. D'où on a calculé qu'à ces hauteurs une ligne d'abaissement du mercure correspondoit à quinze ou seize toises d'élévation.

A la cime du Mont-Blanc, élevé de 2453 toises, le baromètre ne se soutenoit plus qu'à 16 pou. $\frac{144}{160}$. Ainsi, à la hauteur de 2800 toises, il ne se soutiendroit plus qu'à 14 pouces.

En supposant la même progression, la hauteur de l'atmosphère indiquée par le baromètre ne seroit que de quelques lieues, environ quatre à cinq.

Mais tous les autres phénomènes indiquent que sa hauteur est beaucoup plus considérable.

Les réfractions astronomiques donnent pour hauteur de l'atmosphère dix-huit à vingt lieues.

On ne peut encore s'en rapporter à cette estimation. Car il n'y a point de réfraction sensible auprès de la lune; & cependant on ne peut douter qu'elle n'ait une atmosphère, puisqu'on y a apperçu des volcans. Il se pourroit donc que l'atmosphère terrestre s'étendît beaucoup plus loin que ne le supposent les réfractions astronomiques.

Les phénomènes de l'aurore boréale ont fait croire à Mairan que l'atmosphère terrestre avoit deux ou trois cents lieues de profondeur.

Il faut donc reconnoître que la gravité de l'air atmosphérique, indiquée par le baromètre, suit, en s'éloignant de la terre, une progression

plus considérable qu'on ne le suppose, en calculant d'après celle que nous a donné l'observation à de petites hauteurs.

Il paroît vraisemblable que la dilatation de l'air atmosphérique est beaucoup plus grande dans les couches supérieures qu'on ne le suppose communément, quoiqu'il sembleroit, au premier aspect, qu'elle devroit être moindre, à cause du froid excessif qui règne dans ces régions. Nous voyons effectivement qu'on ne peut obtenir un vide presque insensible sous le récipient de la machine pneumatique, parce que l'air a une si grande expansibilité, qu'arrivé à ce dernier point de dilatation, il acquiert un volume que nous ne connoissons point. Il doit donc jouir de la même expansibilité dans les dernières couches de l'atmosphère terrestre; ce qui donnera à cette atmosphère une étendue beaucoup plus considérable qu'elle ne sembloit devoir être. Peut-être est-elle de plusieurs milliers de lieues. Mais, à cette hauteur l'air sera extrêmement rare (1).

(1) Cassini, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, 1733, va même jusqu'à dire : « La » dilatation de l'air dans l'atmosphère, à différens de» grés de hauteur, se fait encore dans une proportion

§. LXXI. L'atmosphère terrestre doit être contigue à l'atmosphère solaire, qui l'enveloppe entièrement. Car il est prouvé par les phénomènes de la lumière zodiacale que l'atmosphère solaire s'étend au-delà de l'orbite de la terre, & y est visible. Elle paroît se prolonger jusqu'à l'orbite de mars, & vraisemblablement beaucoup plus loin.

L'atmosphère terrestre doit être un sphéroïde très-relevé sous l'équateur : 1°. à cause de la force centrifuge ; 2°. à cause de la grande raréfaction qu'y produisent les rayons du soleil.

Mais un phénomène intéressant pour le géologue est que l'atmosphère terrestre devoit être beaucoup plus considérable après la formation des terreins primitifs, qu'elle ne l'est aujourd'hui. Car, depuis cette époque, il s'est combiné une quantité immense des différens airs dont elle est formée, pour la composition des nouvelles couches de la terre.

» plus grande que le quarré des poids dont il est
» chargé ; ce qui donne la hauteur de l'atmosphère
» beaucoup plus grande qu'on ne l'avoit cru jusqu'à
» présent, puisque, suivant cette règle, lorsque l'air
» ne sera chargé que du poids d'une ligne de mer-
» cure, l'étendue qui y répond sera de 1185450 toises,
» ou de plus de 500 lieues. »

1°. Pour la formation des végétaux & des animaux, dont les débris font partie des couches calcaires, des bitumes, & des bois fossiles.

2°. Pour la formation des différentes substances salines, acides, & alkalines qui se trouvoient dans ces couches nouvelles, surtout pour l'air fixe qui y est si abondant.

3°. Pour la formation du soufre, du phosphore, & des substances métalliques, dans lesquelles il est vraisemblable qu'il entre différens airs.

4°. Pour la formation des nouvelles terres produites par les forces vitales des êtres organisés, dans lesquelles il est aussi vraisemblable qu'il entre différentes espèces d'airs. Ces terres sont la calcaire, la magnésie, l'argileuse, la quartzeuse, peut-être la pesante.

Puisque l'atmosphère terrestre avoit, dans les commencemens, une hauteur beaucoup plus considérable qu'aujourd'hui, ses couches inférieures devoient avoir une densité plus grande que celle qu'ils ont maintenant, étant comprimées par une colonne plus élevée.

Nous avons vu (§. L.) que cette plus grande densité contribuoit à la plus grande chaleur, qui régnoit, dans ces momens, à la surface de la terre.

DES VENTS.

§. LXXII. L'action des vents est si forte sur les eaux des mers, & les courans de celles-ci ont une si grande influence sur la surface de la terre, que le géologue ne peut se dispenser de parler des uns & des autres.

L'atmosphère terrestre est un fluide immense, qui a neuf mille lieues de circuit proche la surface de la terre, & une hauteur considérable, dont nous ne connoissons point les limites, comme nous venons de le voir. Son équilibre est sans cesse troublé : & il s'y excite des courans, comme dans tout fluide, dont les parties cessent d'être équipondérantes.

Elle doit être considérée comme faisant partie du globe terrestre. Sa portion inférieure en suit à-peu-près les mouvemens. Mais à mesure qu'elle s'en éloigne, ce mouvement n'est plus le même.

Si on suppose que l'atmosphère s'étendît jusqu'à la lune, cette couche ne se mouvroit pas plus vîte que la lune elle-même; c'est-à-dire, que sa rotation diurne, au lieu d'être de vingt-quatre heures, ne s'acheveroit que dans

le mois lunaire de vingt-ſept jours ſept heures quarante-trois minutes quatre ſecondes $\frac{6}{10}$.

Les couches d'air intermédiaires entre celles, qui ſont à la ſurface de la terre, leſquelles achèvent leur révolution diurne en vingt-quatre heures; & celles qui, à la hauteur de la lune, ne l'acheveroient qu'en vingt-ſept jours huit heures, feront la leur plus ou moins promptement, à raiſon de leurs différentes hauteurs, c'eſt-à-dire, du carré de la diſtance.

Ainſi, la couche d'air qui ſeroit à la moitié de la hauteur de la lune, demeureroit quatre fois moins de tems à faire ſa révolution, que celle qui ſeroit à la hauteur de la lune.

La couche qui ſera au-deſſus des plus hautes montagnes, ſe mouvra moins vîte que ces montagnes. Il paroîtra par conſéquent que cette couche aura un mouvement contraire à celui de la terre, ou d'orient en occident.

Il eſt donc certain qu'à une certaine hauteur au-deſſus des plus hautes montagnes, il y aura un courant très-prompt qui portera de l'orient à l'occident. Ce ſera un vent d'eſt bien plus rapide que celui que nous éprouvons à la ſurface de la terre: & plus on s'élevera, plus il ſera accéléré.

Qu'on ſe rappelle qu'un point de la ſurface de la terre ſous l'équateur parcourt neuf mille

lieues en vingt-quatre heures, c'eſt-à-dire, trois cent ſoixante lieues par heure, ſix lieues par minute, & deux cent quarante toiſes par ſeconde; c'eſt-à-dire, qu'il ſe meut auſſi vîte qu'un boulet de canon de vingt-quatre, qu'on eſtime parcourir deux cent cinquante toiſes par ſeconde: & l'on jugera quelle doit être la rapidité du mouvement de l'atmoſphère.

(Qu'on ſe rappelle encore que Laplace a démontré qu'un corps, lancé du haut d'une montagne avec une vîteſſe ſeize fois plus grande que celle d'un point pris à cette ſurface, ou que celle d'un boulet de canon, ne retomberoit plus ſur la terre, mais ſe mouvroit autour d'elle comme un ſatellite, en ſuppoſant nulle la réſiſtance de l'air.)

Mais ne conſidérons ici que les couches de notre atmoſphère, qui ſont moins élevées que les plus hautes montagnes. Elles auront, à raiſon de la légèreté de l'air, un mouvement moins prompt que le globe. Ceci leur donne donc, relativement à lui, un mouvement apparent d'orient en occident. D'où naît le vent général d'*eſt*. Première cauſe de ce vent aliſé.

§. LXXIII. Une ſeconde cauſe du vent général d'*eſt* a été aſſignée par d'Alembert. Il a

prouvé que le soleil & la lune agissoient sur l'atmosphère, comme sur l'Océan, & y produisoient un mouvement semblable vers l'occident, c'est-à-dire, des marées. Cette cause entretiendra donc un vent général d'est.

§. LXXIV. Une troisième cause du même vent d'*est* provient de la chaleur du soleil. On a prouvé que l'air, depuis le terme de la glace jusqu'au 25e degré de Réaumur, se dilate d'un septième, & d'un tiers jusqu'au degré de l'eau bouillante. Or, sous la ligne, la chaleur du jour va jusqu'à 30 & 40 degrés, tandis que les nuits sont assez fraîches. Lorsque le soleil reparoît sur l'horizon, il doit donc exciter une grande dilatation dans cet air rafraîchi par la nuit. Cette dilatation produira donc un vent qui précédera son lever. Aussi le vent d'est est-il plus sensible à l'aurore : & il est toujours assez violent pour être frais. Cette troisième cause est plus puissante en été qu'en hiver.

Voilà donc trois causes du vent général d'est.

1°. La rotation du globe, laquelle, à raison de sa masse, est plus accélérée que celle de l'atmosphère.

2°. L'action du soleil & de la lune sur l'atmosphère.

3°. La dilatation que produit sur l'atmosphère l'action du soleil.

§. LXXV. Mais le soleil & la lune n'ont point toujours la même position, relativement à la terre. Celle-ci s'écarte de 23° 27′ 2″ de chaque côté de l'équateur céleste ; c'est-à-dire, que son axe est incliné de cette même quantité : & la lune s'écarte de chaque côté de l'équateur terrestre quelquefois de plus de 30°. Les différentes positions de ces deux astres produiront de nouveaux changemens dans l'atmosphère terrestre, comme ils en produisent dans l'Océan, relativement aux marées. Aussi avons-nous des vents plus ou moins impétueux aux équinoxes, aux solstices, aux différens points de la lune.

Néanmoins les plus grands changemens dans les vents seront produits principalement par les différens degrés de chaleur, que la présence ou l'absence du soleil occasionnent alternativement dans les deux hémisphères de la terre. Ce sont des vents constans & réguliers.

Lorsque le soleil correspond à un des tropiques de la terre, il éclaire & échauffe tout cet hémisphère. Il y a un jour de plusieurs mois à ce pôle. La chaleur y devient consi-

dérable, & monte jusqu'à 28 & 30 degrés. Les neiges & les glaces fondent....

Dans le même tems le pôle opposé est couvert d'épaisses ténèbres. Le froid le plus rigoureux s'y fait sentir, des brumes continuelles y règnent. La neige s'y amoncelle de plusieurs pieds. Les eaux y perdent leur liquidité. On y trouve des glaçons de plusieurs centaines de pieds d'épaisseur.....

On sent combien l'air doit être condensé par un froid que nous avons vu monter jusqu'à 70 degrés, & qui sans doute va encore beaucoup plus loin. Si sa condensation par le froid est proportionnelle à sa dilatation par la chaleur, elle sera de près d'un tiers de ce qu'elle est au terme de la glace.

Le soleil revenant ensuite échauffer cet hémisphère, dilatera cet air jusqu'à 25, 30 & même 40 degrés au-dessus de zéro. Quelle dilatation n'éprouvera-t-il donc pas ? elle sera de moitié de son volume (1).

---

(1) « Il est démontré que le poids absolu de la » colonne d'air verticale sous l'équateur, pendant les » grandes chaleurs de l'été, n'est pas la moitié si grand » que celui d'une pareille colonne sous le cercle po- » laire en hiver; & l'équilibre ne s'établit que par » l'élasticité de l'air ». Daniel Bernoulli, *du flux & reflux*, §. XIV.

Lorsqu'on échauffe un corps, l'air se porte à la surface ; il se dilate, & gagne la partie supérieure : un autre air le remplace. Ce qui établit un courant vers le corps échauffé.

Le soleil passant du côté du pôle boréal en avril, mai, juin, l'air de ce pôle se portera, par la même raison, du côté du tropique du cancer qui est échauffé le premier. Il s'établira donc dans ces régions un vent du nord proche la surface de la terre.

Mais cet air qui s'écoule ainsi, doit être remplacé par un autre, lequel ne peut venir que des parties supérieures de l'atmosphère, qui, étant éloignées de la surface de la terre, ne sont pas échauffées.

Il s'établira donc au printems, un courant d'air à la surface de la terre qui portera du nord au midi. Ce courant arrivé à une certaine latitude, rencontrera le grand courant de l'orient, ou vent d'est. Il se fera un mouvement composé, qui donnera un vent nord-est.

Ce vent gagnera, pour lors, la partie supérieure de l'atmosphère : &, arrivé à une certaine hauteur, il refluera au pôle boréal.

Ainsi, il y aura un double courant dans cette portion de l'atmosphère ; un inférieur du pôle au tropique du cancer : & un supérieur de ce même tropique au même pôle.

Le ſoleil arrivé au ſolſtice d'été échauffera tout cet hémiſphère : & il n'y aura point de courant ou vent général en juin, juillet & août.

Il y aura ſeulement des vents locaux, comme des briſes de terre & de mer..... des vents des plaines aux montagnes, & des montagnes aux plaines....

Mais cet aſtre rétrogradant, ce pôle ſe refroidira : l'air ſe condenſera ; &, étant plus froid, il refluera ſur celui de la zone tempérée. Il ſe produira donc encore un vent de nord.

Ce vent de nord augmentera de plus en plus à meſure que le ſoleil s'avancera vers l'autre tropique, le tropique du capricorne.

Il s'établira également dans cet hémiſphère des vents de ſud, qui partiront du pôle auſtral vers l'équateur, près la ſurface de la terre.

On voit donc que l'atmoſphère terreſtre éprouve deux grands mouvemens généraux.

1°. Le courant général d'orient en occident, ou vent général d'eſt.

2°. Deux courans continuels de chacun de ſes pôles vers l'équateur, dans ſa partie inférieure ; tandis que dans ſa partie ſupérieure ces derniers

derniers courans en occaſionneront d'oppoſés qui porteront des tropiques aux pôles.

Tels ſeroient les courans excités dans l'at- [illegible]oſphère, ſi la ſurface de la terre étoit plane, [illegible]ſt-à-dire, ſans montagnes, & compoſée de [illegible]tière homogène, ou toute couverte d'eau, [illegible]oute compoſée d'une même eſpèce de terres [illegible]e pierres.

[illegible]LXXVI. Mais la ſurface de la terre eſt b[illegible] éloignée d'être homogène & plane.

[illegible], ſont des montagnes élevées toujours fr[illegible]s & ſouvent couvertes de neige. L'air ne peu[illegible]onc y éprouver la même dilatation que dan[illegible]a plaine, qui a un degré de chaleur plus ou [illegible]oins conſidérable.

I[illegible], ſont des pays découverts, des ſables br[illegible]ns....

[illegible] côté, ſont des forêts, des prairies, des ſ[illegible]es....

[illegible]lleurs, ſont de grandes pièces d'eau, des r[illegible]ais, de[illegible] rivières, des lacs, des mers, qui, [illegible]mme no[illegible]s l'avons vu, ne prennent jamais l[illegible] même [illegible]mpérature que les continens.

Ces pi[illegible]s d'eau ſont différemment termi- n[illegible]s relati[illegible]ent aux continens. Elles avancent ic[illegible] dans l[illegible] terres, & font des golfes pro- fo[illegible]. Aill[illegible]rs, ce ſont les terres qui font des

des torrens, des mers... donneront auſſi une impulſion à une maſſe d'air, & cauſeront des vents.

Enfin, l'électricité aérienne paroît auſſi pouvoir troubler l'équilibre de l'air. De violens ouragans accompagnent ordinairement les tems de tonnerre. Une forte exploſion de tonnerre eſt ſouvent accompagnée de pluie. On peut ſuppoſer qu'il y a quelquefois combuſtion d'une certaine quantité d'air inflammable, & d'air pur, ce qui produit un vide momentané, où l'air ambiant ſe précipite. Le froid qui produit la grêle, y influe également.

Ou, peut-être, l'électricité contribue-t-elle à ſoutenir les vapeurs qui ſe précipitent en pluies, lorſque cette électricité ſe diſſipe; & cette pluie chargeant la température de l'air, produit des vents.

L'aurore boréale étant un phénomène électrique, peut produire les mêmes effets.

Enfin, il ſe dégage quelquefois des courans d'air de certains terreins, tels que le volcan d'air de Macaluba dont nous parlerons; celui qui ſe dégage de toutes les eaux minérales, les gaz, les mofettes des mines.... Les actes de Léipſick, parlent d'un lac du côté de Boleſlaw en Bohême, d'où il ſort des vents impétueux.....

Telles ſont les principales cauſes des vents..... Nous allons eſſayer d'en faire l'application aux vents principaux qui ſont connus (1).

§. LXXVIII. Un vent général & qui ſouffre peu de variations s'appelle aliſé. Ces vents ne ſe trouvent que dans les grandes mers, où nulle cauſe locale ne peut les faire varier. Auſſi ne les obſerve-t-on que ſur la mer Atlantique, celle du Sud & celle des Indes. Ils y ſoufflent conſtamment, ſoit à l'eſt, ſoit au nord, ſoit au ſud.

En partant de l'Europe pour les côtes d'Afrique, on rencontre un vent aliſé vers 28 à 30 degrés de latitude. Il eſt dans ces parages eſt-nord-eſt, lorſque le ſoleil eſt au midi de la ligne. Mais aux mois de mai, de juin, de juillet, il change à l'eſt-quart de ſud, ou eſt-ſud-eſt. Ces vents, ſoit qu'ils ſoient au nord ou au ſud de l'eſt, ſoufflent d'abord avec modération. Ils acquièrent enſuite de la force en s'approchant du tropique. Cette force ſe ſoutient juſqu'à 14 ou 12 degrés de latitude. Ils ſe fixent pour lors à l'eſt-nord-eſt & à l'eſt. A la fin de juillet & tout le mois d'août, les vents du ſud qui viennent du pôle oppoſé, s'étendent quelquefois juſqu'à 11° de latitude

(1) *Voyez* Dampierre.

ſeptentrionale, où ils ſe fixent entre le ſud-eſt & le ſud-oueſt.

Aux mois de décembre & janvier, le véritable vent d'eſt ſouffle entre le troiſième & quatrième degré. A meſure que le ſoleil reprend ſa courſe vers le nord, les vents du ſud augmentent & vont ſouvent au-delà de la ligne. Dans les mois intermédiaires, il y a des calmes, des tornados plus ou moins dangereux. Si on range plus à l'oueſt, ſur les côtes d'Amérique, les vents ſont plus conſtans au ſud-eſt. Auſſi, les bons navigateurs, pour revenir des Indes, rangent toujours les côtes d'Amérique, & pour y aller, ils paſſent à égale diſtance d'Afrique & d'Amérique.

Les vents, dans la mer des Indes & dans celle du Sud, ſont auſſi aliſés. Ils ſont eſt, tirant ſur le ſud; le plus ſouvent du côté du ſud, c'eſt l'eſt-ſud-eſt; & du côté du nord, eſt-nord-eſt. Cependant, les vents du ſud s'étendent ſouvent au-delà de la ligne. Ces vents ſont très-réglés ſur la grande mer du Sud, & ils tiennent juſques ſur la côte d'Afrique, du côté de Madagaſcar. Mais, depuis l'Archipel Indien juſques aux mêmes côtes de l'Afrique, au nord de la ligne, ils changent tous les ſix mois, & ils prennent le nom de *Mouſſon*.

Sur la côte d'Afrique, du côté d'Angola,

& sur celle du Pérou, il souffle des vents de côte qui sont entre sud-ouest & le sud. Ils s'étendent plus ou moins en pleine mer. Au Pérou, ils s'étendent jusqu'à 150 ou 200 lieues en mer, qu'on trouve le vrai alisé, qui est sud-est. Sur les côtes du Mexique & de Guinée, les vents de côte sont presque constamment à l'ouest. Mais au-dessus de la Guinée, ils sont sud-ouest, jusqu'au Cap Sainte-Anne, à 6° latitude nord; & depuis le Cap Verd, jusqu'à celui de Bojador, à 27° de latitude, il est entre le sud-est & l'est.

Nous allons passer aux endroits où les vents alisés sont les plus changeans : je veux dire, depuis le Cap de Bonne-Espérance, en longeant les côtes d'Afrique & d'Asie, jusqu'à la Chine. Partant du Cap de Bonne-Espérance, jusqu'à celui des Courans, les vents, entre mai & octobre, sont constamment ouest ou nord-ouest, jusqu'à trente lieues des côtes. Le reste de l'année ils sont à l'est, entre est-nord-est & est-sud-est. Plus haut, jusqu'à la Mer Rouge, les vents sont variables depuis octobre jusqu'au milieu de janvier, se tenant néanmoins le plus souvent au nord. Depuis janvier jusques en mai, ils sont nord-est, ensuite ils deviennent sud-est, sud-sud-est. Dans la Mer Rouge, les vents sont au sud-ouest,

depuis mai jusqu'en octobre & assez violent. Ils tournent ensuite peu-à-peu au nord, & se fixent au nord-est jusqu'en avril, qu'ils repassent au nord.

Du Cap de Gardafu à celui de Comorin, tout le long des côtes, & delà jusqu'à la Chine & au Japon, on a, depuis avril jusqu'en septembre, un vent d'ouest, qu'on appelle Mousson d'ouest; & de septembre en avril, un vent contraire qu'on appelle Mousson d'est. Ces vents ne changent pas tout-à-coup; c'est peu-à-peu: & dans les intervalles, il y a de grands orages & de grandes tempêtes. Pendant la mousson d'ouest, ou l'été, c'est la saison des pluies sur presque toute cette côte: elles y sont toutes abondantes & de longue durée. La plupart des rivières y subissent des débordemens considérables. Cependant la position des côtes y fait quelques exceptions comme au Malabar & à Coromandel. Mais lorsque la mousson d'ouest règne au nord de la ligne, il s'en élève une de sud-sud-ouest à son midi; & en septembre, lorsque la mousson d'est s'élève au nord de la ligne, c'est un vent de nord-nord-est qui règne du côté du sud. Outre ces moussons constantes, il y a encore des petits vents de côte le long des continens. Ils paroissent dépendre des brises de mer & de terre dont nous avons parlé.

§. LXXIX. Cherchons maintenant les causes physiques de tant d'irrégularités apparentes. Tous les vents alisés se rapportent principalement au vent d'est, modifié tour-à-tour par les vents de nord & sud. Nous avons assigné les causes des uns & des autres. Ceux de sud s'étendent ordinairement en delà de la ligne, parce que le pôle austral étant ordinairement plus froid que le pôle boréal, la dilatation y doit être plus considérable, lorsque le soleil y arrive. Cependant, dans beaucoup de parages, il n'y a qu'un vent d'est à deux ou trois degrés de chaque côté de la ligne : ou, tour-à-tour, le nord-est & le sud-est se contrarient.

En partant de ces principes, il sembleroit que les vents de nord & de sud ne devroient point régner en même tems aux deux pôles. Car, si c'est la présence du soleil qui y raréfie l'air lorsqu'il est en-deçà de la ligne, il ne devroit y avoir qu'un vent de nord, & un de sud, lorsqu'il est au-delà : & cependant ils subsistent l'un & l'autre en même tems ; à la différence seulement, qu'au pôle échauffé le vent qui en vient est plus violent que celui qui vient de l'autre pôle. Ainsi nous avons vu que le vent du nord est plus fort, lorsque le soleil est dans notre hémisphère, que celui du sud, & réciproquement. Aussi, avons-nous dit

que ces phénomènes prouvoient que c'étoit par la partie supérieure de l'atmosphère principalement qu'étoit fourni l'air nécessaire pour remplacer celui qui étoit condensé.

Mais on peut assigner la cause de ces courans constans soit du nord, soit du sud, quoique le soleil soit dans l'hémisphère opposé. Dans les portions les plus voisines de l'équateur, comme depuis le trentième, même le quarantième degré, l'air y est toujours constamment dilaté pendant le jour, par la chaleur du soleil ; la fraîcheur de la nuit, qui est considérable dans ces contrées, le condense ensuite. L'air doit donc y affluer du pôle, ce qui détermine un courant constant du pôle à l'équateur, & qui se soutient pendant le jour. Ce courant sera encore entretenu par la violence avec laquelle l'air supérieur se précipite au pôle ; & le grand froid qu'il éprouve lui donne une élasticité & une condensation qui lui font surmonter facilement la petite résistance que lui oppose celui qui est vers l'équateur.

La même cause établit des courans auprès des corps très-échauffés. L'air est dilaté à leur surface. Celui qui est plus éloigné reflue sur celui-ci, dès qu'il éprouve le moindre degré de refroidissement, ce qui arrive sans cesse, parce que le coup de feu n'est point toujours

le même, & il est chassé à la partie supérieure. La même chose arrivera à ce nouvel air qui est porté sur le corps enflammé. Qu'on allume un grand feu au milieu d'un champ; s'il n'y a point de vent, l'air s'y précipitera de tout côté, parce que celui qui étoit contigu sera chassé en haut par les causes dont nous venons de parler. C'est ce qui se passe en grand pour l'air situé entre les tropiques qui éprouve de continuelles alternatives de dilatation le jour & de condensation la nuit. Celui des pôles le repousse, ce qui établit les deux courans de sud & nord, qui sont ensuite modifiés par le grand courant à l'est, d'où naissent les vents alisés de nord-est & de sud-est. Mais une partie de cet air ainsi refoulé, est obligée de gagner la partie supérieure de l'atmosphère, d'où il coule ensuite vers les pôles, pour y remplir le vide qui s'y fait: ce qui établit un courant continuel des pôles à l'équateur, proche la surface de la terre, & un autre dans le sens opposé de l'équateur aux pôles, dans la portion supérieure de l'atmosphère.

Mais ces causes générales éprouvent de grandes variations qui produisent des vents souvent contraires. Nous allons en saisir les plus constantes. Elles doivent se rapporter à deux grandes causes; la partie des montagnes

qui souvent réfléchissent les vents & en changent la direction; car la plupart ne paroissent pas s'élever à une grande hauteur au-dessus de la surface de la terre. Secondement, la dilatation & la condensation plus ou moins considérables de l'air sur les terres & sur les mers, suivant l'absence ou la présence du soleil.

Nous avons fait l'histoire des vents alisés qui règnent entre les tropiques à la latitude de 28 à 30 degrés. Mais en-deçà de cette latitude, au lieu de vents de nord-est & de sud-est, ce sont des vents variables dérivant le plus souvent à l'ouest, à une plus grande latitude par-delà les quarantièmes degrés. Pour revenir par exemple, de l'Amérique, on dérive au nord par les 30 à 40 degrés de latitude, où on trouve le vent d'ouest. Des Philippines à Acapulco, on va aussi prendre la hauteur de la Californie. Egalement lorsque du Cap de Bonne-Espérance, on veut aller du côté de la nouvelle Hollande, on évite aussi la latitude du vent alisé, & on s'écarte au sud au-delà des trentièmes degrés: Ces vents ne sont pas aussi réglés que les grands vents alisés; mais, néanmoins, ils sont assez constans.

Leur cause est encore fort obscure. On a dit qu'ils étoient le produit du remou des grands vents alisés, mais cela ne paroît pas être. Le

remou n'eſt produit que par un obſtacle qui ſe rencontre dans le courant & qui en empêche une portion d'aller auſſi vîte que l'autre : ce qui ne peut pas être dans cette circonſtance. J'aimerois donc mieux dire que ces vents d'oueſt ſont produits par les vents aliſés réfléchis. Nous avons vu qu'au golfe du Mexique, il y a un vent d'oueſt ou nord-oueſt ; il parvient juſqu'en Europe, modifié par le vent du nord, ce qui fait le vent de nord-oueſt, dont nous parlons. C'eſt le vent aliſé qui, n'ayant pu traverſer les Andes, en eſt réfléchi. Il ne peut s'échapper au ſud, à cauſe du vent de côte qui eſt ſud-oueſt. Il faut donc qu'il coule au nord. La dilatation conſidérable que l'air doit éprouver dans ce golfe, y contribue encore. En ſorte que le vent aliſé du côté de la ligne qui eſt nord-eſt, doit faire comme une eſpèce de tourbillon, & décrire un grand cercle. Partant du pôle, il deſcend le long des côtes d'Europe & d'Afrique, comme vent de nord ; arrivé ſur les confins du grand vent aliſé, il devient nord-eſt en prenant une direction moyenne, quelquefois il parvient ainſi juſqu'à l'équateur ; & enfin réfléchi par les montagnes des Cordilières, qu'il ne ſauroit franchir, vu leur hauteur, il ſe change en nord-oueſt, puis en oueſt par-delà la latitude de 30°, & il revient en Europe ſous cette direction.

Il en sera de même au nord de la mer du Sud. Le vent alisé va se réfléchir contre les côtes de la Chine, du Japon, de l'Inde, surtout contre les grandes montagnes de la Tartarie : & tournant à l'ouest, il revient sur les côtes de la Californie; ce qui produit encore une espèce de tourbillon qui lui fait décrire un grand cercle. La même chose s'observe dans les mers australes; mais le vent d'ouest n'y est pas aussi violent, parce que les pointes des continens au Cap de Bonne-Espérance & au Cap Horn, ne se prolongent pas assez loin vers le pôle austral.

Voilà donc un double mouvement qu'éprouve la portion inférieure de notre atmosphère : elle se porte d'abord des pôles vers l'équateur; une partie est obligée de gagner les régions supérieures de l'atmosphère, pour couler de nouveau vers le pôle : l'autre suit quelque tems la direction de l'équateur sous le nom de vent d'est, nord-est, & sud-est. Réfléchie ensuite par les continens, sa direction change pour former, pendant quelque tems, les vents de côte qui la porte à l'ouest, & revient d'où elle étoit partie. Rencontrant pourlors les vents des pôles, elle devient nord-ouest, puis nord, & enfin nord-est d'un côté, sud & sud-est de l'autre.

Tous ces vents feront fingulièrement modifiés par les brifes de mer & les brifes de terre. L'air n'éprouve pas les mêmes degrés de dilatation ou de condenfation fur mer que fur terre; ce qui, auprès des grands continens, donne origine à différens courans, qui font l'origine des vents qu'on appelle de côte. Nous allons parler des principaux.

Sur toute la côte d'Afrique, du côté de la mer Atlantique, le vent de côte ne porte point à l'eft, mais au fud de ce côté de la ligne, & au nord en delà de la ligne. Mais le plus fouvent il porte à l'oueft, c'eft-à-dire, fur les terres, fur-tout dans les faifons de pluies; parce que dans ces tems l'air de deffus les terres, qui avoit été prodigieufement échauffé, fe condenfe, tandis que celui de la mer n'éprouve point le même changement; ce qui l'oblige à refluer fur le continent. Le fud-oueft règne au-delà de la ligne, lorfque le foleil eft en-deçà; parce que c'eft, pour lors, l'hiver du Cap & de toutes ces contrées : & réciproquement le nord-oueft règne en-deçà, lorfque le foleil eft dans les fignes méridionaux. Sur la côte orientale d'Afrique, les vents de côte font en général fud-eft & nord-eft par la même raifon, le vent général d'eft y contribue également.

Sur les côtes du Chili & du Paraguai, le

vent d'eſt eſt arrêté par les Cordilières ; & c'eſt le vent de ſud qui domine. Au golfe du Mexique, le vent d'eſt eſt auſſi arrêté par les grandes montagnes : mais la dilatation de l'air dans ce golfe, qui eſt très-chaud, produit un vent d'oueſt. Il paroîtroit que ſur les côtes du Chili, on devroit avoir également un vent de ſud-oüeſt ; on ne le trouve que beaucoup plus bas. C'eſt ſans doute la grande échancrure que forme dans le continent, le golfe du Mexique, qui y détermine à cette latitude le vent d'oueſt.

De l'autre côté des Cordilières, ſur la mer du Sud, le vent d'eſt ayant été interrompù par les hautes montagnes, ne reprend ſon cours qu'à près de 200 lieues en mer ; & il règne ſur les côtes des vents de ſud & de nord non contrariés.

Les mouſſons des grandes Indes ſont beaucoup plus difficiles à expliquer. Celles qui règnent depuis ſeptembre juſqu'en mai, qui ſont nord-eſt, ſont une ſuite des vents aliſés. Mais celles de nord-oueſt ont une autre cauſe. Les vents étéſiens, qui ſont des vents de nord, vont ſe briſer contre les montagnes de l'Abiſſinie, dans le mois d'avril : ils ſe réfléchiſſent du côté de l'eſt, ſur le Sein Perſique, ce qui produit un vent de nord-oueſt. Mais ce qui

qui détermine le courant à venir plutôt du côté de l'Afrique, que de la mer qui est au-delà de l'Inde, c'est que dans ce moment le soleil étant à notre tropique, échauffe prodigieusement toute la partie d'Afrique, qui est en-deçà de l'équateur, l'Ethiopie, l'Abissinie, l'Egypte, &c. L'air y est beaucoup plus raréfié que celui qui est sur la mer de l'Inde. Il doit donc s'échapper de ce côté, comme il s'échappe sur la mer Atlantique du côté du Cap Vert & des Canaries, ce qui donne plus de force au vent d'est; en même tems il pousse les vapeurs de la mer Rouge, du sein Persique, même partie de celles de la Méditerranée contre la chaîne des montagnes côtières, surtout au Malabar : ce qui produit des pluies générales dans tous ces climats, & des inondations semblables à celles du Nil. Ces pluies, en rafraîchissant l'air, le condensent encore, & déterminent de plus en plus le courant à l'ouest. La coupe des montagnes de l'Abissinie tournées plus à l'orient qu'à l'ouest, y détermine aussi la direction des vents étisiens. Ce sont ces différentes causes qui produisent la mousson d'ouest sur les mers des Indes pendant notre été : ne subsistant plus l'hiver, la mousson d'est ou le vent alisé reprend son cours ordinaire & amène la saison des pluies au Coromandel, parce que

les vapeurs de l'océan Indien font condenſées contre la chaîne orientale des montagnes de Gates.

En Europe, pendant notre été, l'air, très-dilaté ſur les continens d'Aſie & d'Europe, doit s'échapper ſur la mer Atlantique & produire un vent d'eſt modifié par celui de nord. Auſſi, preſque tout l'été avons-nous des vents de nord - eſt, tandis que ſur les côtes de la Chine & du Japon, ce ſeront des vents de nord-oueſt. Le même nord-oueſt règne ſur les côtes des Etats-Unis Américains & du Canada, tandis qu'à la Californie, ce ſera le vent nord - eſt. Le ſud-eſt ou ſud-oueſt, règneront également ſur les côtes orientales ou occidentales au ſud de la ligne.

Pendant l'hiver, au contraire, nous avons en Europe, des vents continuels de nord-oueſt, parce que l'air, dans cette ſaiſon, ſe condenſe beaucoup plus ſur notre continent que ſur mer, ce qui établira un courant ſur les terres. Le nord - oueſt règnera également en Californie, tandis qu'à la Chine, au Japon, au Kamſchatka, au Canada, aux États-Unis, ce ſeront les vents de nord-eſt.

Dans toutes les Iles, on obſerve journellement les mêmes vents de côte & de mer produits par les mêmes cauſes. Ces vents varient auſſi

pendant l'hiver & pendant l'été; leurs directions seront différentes suivant la position des côtes.

Par exemple, il vient en hiver, de dessus la Méditerranée, des vents qui sont sud pour les provinces méridionales d'Espagne, de France, d'Italie, de Dalmatie, & nord pour la côte d'Afrique. Ces vents, qui s'étendent en Europe, y sont plus chauds que l'air dans ces momens-là, font fondre la neige & sont pluvieux. L'été, au contraire, de dessus les mêmes côtes, l'air s'échappe sur la même mer & y produit des vents de nord du côté d'Europe, & des vents de sud du côté d'Afrique.

Toutes les Méditerranées, tous les bras de mer, les lacs, les grandes pièces d'eau, les hautes montagnes, sur-tout celles couvertes de neige, qui ne reçoivent pas les mêmes impressions du soleil que les plaines, produiront aussi des vents qui varieront suivant leurs différentes positions. Ce sont les brises de mer & de terre, brises de montagnes & de plaines.

Les nuages, les brouillards, les pluies, en interceptant les rayons du soleil, & en rafraîchissant l'air, le condensent & produisent par conséquent des vents qui viennent des climats plus échauffés.

Les ouragans, les tiphons, les trombes,

lès aurores boréales & tous ces phénomènes électriques produisent des vents. Ils causent une évaporation considérable qui produit un grand froid, d'où naissent une condensation de l'air & des vents impétueux. Ils sont en tourbillons, en trombes, parce que le froid étant subit, la condensation l'est de même; & l'air s'y précipitant de tous côtés, il s'excite des courans en toutes sortes de directions, qui produisent ces tourbillons.

Il y a encore des vents locaux, tel est le mistral en Provence, le harmatan sur les côtes de Guinée, des vents en Egypte & en Perse, qui ont un tel degré de chaleur, qu'ils sont suffocans. Il est vrai qu'ordinairement ils portent une grande quantité de sables brûlans & qui donnent de la densité à l'air. Lamanon nous a donné la théorie du mistral qui est un vent de nord. Il a fait voir que ce vent ne règne que dans ce large bassin formé d'un côté par les Alpes & de l'autre par les montagnes du Vivarais & du Languedoc. Le soleil échauffant avec force cette masse d'air ainsi enfermée, elle est dilatée subitement, & s'échappe avec impétuosité par la seule issue qui lui reste sur la Méditerranée. Sans doute tous les autres vents locaux sont produits par de semblables causes, qu'on déduira facilement d'une connoissance exacte des lieux.

Tous ces vents seront chauds ou froids, secs ou pluvieux, suivant les lieux d'où ils viennent, & ceux sur lesquels ils ont passé. Un vent vient-il d'un endroit froid? il sera froid lui-même. Ainsi, tous les vents qui viennent des pôles, ceux qui viennent des hautes montagnes couvertes de neige, & tous les vents de mer, sont froids. Ceux au contraire, qui viennent du côté de la ligne, sur-tout s'ils ont traversé des continens sans cesse exposés aux rayons perpendiculaires du soleil, ceux qui viennent des plaines, sont chauds & brûlans. Le vent d'est est brûlant sur toute la côte occidentale d'Afrique, tandis qu'il est frais sur la côte orientale d'Amérique. Les vents d'ouest sont froids en Europe. Celui d'est l'est aussi beaucoup en hiver, tandis qu'il est chaud en été. Celui de sud l'est encore bien plus, quoiqu'il perde sur la Méditerranée une partie de la chaleur qu'il avoit en partant d'Afrique. Le vent de sud peut néanmoins être froid pour les pays situés au nord des grandes montagnes. Lorsque les Alpes sont couvertes de neige, ce vent sera froid pour les contrées qui sont à leur nord.

Les vents seront également secs ou pluvieux suivant les lieux qu'ils auront traversés. En général ceux qui passent sur les grands conti-

nens ſont ſecs, tandis que ceux qui viennent de deſſus les mers, ſont pluvieux. Ainſi, pour la France, les vents de ſud qui traverſent la Méditerranée, ceux d'oueſt qui ont paſſé ſur l'océan Atlantique, ſont humides : tandis que les vents d'eſt & de nord-eſt qui ont traverſé de grands continens, ſont fort ſecs.

DES EAUX.

§. LXXX. D'après ce que nous avons dit ſur la criſtalliſation générale du globe, on voit quel rôle les eaux y ont joué. Elles ont tenu en diſſolution toutes les matières qui compoſent non-ſeulement la ſurface du globe, mais tout le globe lui-même, puiſqu'il a été entièrement liquide, ainſi que nous l'avons ſuppoſé avec les aſtronomes géomètres.

Lorſque toutes ces matières diſſoutes ſont venues à criſtalliſer, elles ſe ſont précipitées au fond du liquide comme plus peſantes. Elles ont donc formé d'abord le noyau du globe, & enſuite toute ſa maſſe.

Ces ſubſtances ont conſervé avec elles une eau de criſtalliſation. On retire cette eau en partie dans l'analyſe de ces ſubſtances.

Mais toute l'eau ſurabondante qui tenoit

ces matières dissoutes, est venue nager sur ces masses qui se précipitoient. Elle a couvert les plus hautes montagnes, puisque celles-ci sont formées de granits, de porphires & autres substances également cristallisées.

Telle est l'origine des eaux qui sont à la surface de la terre.

On demandera peut-être si ces eaux surpassoient beaucoup les pics les plus élevés des montagnes.

On sent que nous ne pouvons pas faire une réponse précise à cette question.

Mais il est certain que leur masse étoit très-considérable, pour avoir tenu tout le globe à l'état de liquidité. Car, toutes les matières minérales se dissolvent avec beaucoup de difficulté, & exigent une grande quantité d'eau de dissolution pour les tenir ainsi dissoutes.

D'ailleurs, les pics les plus élevés aujourd'hui, qui sont d'environ 3000 toises (j'en excepte quelques pics volcaniques), ont dû l'être autrefois beaucoup plus, parce que les eaux les dégradent sans cesse. Nous ne saurions calculer la quantité de cette diminution qui doit être très-considérable. Mais nous en pouvons conclure, qu'à cette époque, les eaux étoient peut-être de plusieurs centaines de toises plus éle-

vées, que ne sont nos pics les plus hauts aujourd'hui.

On demandera ensuite quelle étoit la nature de cette eau ?

Ce ne pouvoit être de l'eau pure.

Elle différoit aussi de l'eau que contiennent actuellement nos mers. Car nous prouverons ailleurs, que l'acide marin, ni les alkalis, n'existoient point dans ces tems-là; par conséquent, il ne pouvoit y avoir ni sels marins, ni vitriol de natron, qui sont aujourd'hui dans les eaux de nos mers.

Mais ces eaux contenoient, à cette époque, des agens capables de tenir en dissolution les différentes substances des terreins primitifs. Ceux de ces agens que nous connoissons, sont :

1°. La matière de la chaleur.

2°. L'air pur.

3°. L'air phlogistiqué.

4°. L'acide aérien (air fixe) acide carbonique.

5°. L'acide vitriolique (acide sulfurique).

6°. L'acide fluorique.

7°. Les acides métalliques.

8°. Les dix-huit chaux métalliques.

9°. Le foie de soufre.

10°. L'air inflammable sulfureux ou hépatique.

11°. Le foie de phosphore.

12°. L'air inflammable phosphorique.

13°. Le foie d'arsénic.

14°. La terre calcaire.

15°. La terre magnésienne.

16°. La terre pesante.

17°. La terre quartzeuse.

18°. La terre argileuse.

Toutes ces différentes substances, & sans doute beaucoup d'autres qui ne nous sont pas encore connues, étoient dissoutes dans cette immense quantité d'eau.

Ces dissolutions étoient favorisées par la chaleur de cette eau, qui étoit certainement plus considérable qu'aujourd'hui.

Le fluide lumineux, le fluide électrique, le fluide magnétique, la matière de la chaleur..... étoient mélangés avec toutes ces substances.

On peut, par conséquent, supposer environ quarante substances dissoutes ou mélangées dans ces eaux.

Mais enfin, par une cause quelconque, l'eau perdit de sa qualité dissolvante, & pour lors s'opéra la cristallisation générale du globe, de

matières animales, & Deyeux de plusieurs végétaux ; savoir ; de la patience, du raifort sauvage.....

On voit enfin le soufre se former dans les cloaques, dans la suie, & dans plusieurs autres circonstances.

L'acide vitriolique est encore bien plus abondant chez les minéraux que le soufre. Il se trouve dans les gypses, dans les spaths pesans, dans plusieurs mines qu'il minéralise, dans plusieurs sels neutres.....

L'acide sulfureux ne se rencontre ordinairement qu'auprès des volcans ; ce qui fait voir qu'il est dû à du soufre en combustion : & sous cette forme il attaque & décompose, avec une grande facilité, les substances les plus dures ; les granits, les porphyres.....

Mais bientôt l'acide sulfureux se dénature, & se change en acide vitriolique par l'absorption de l'air pur ; c'est pourquoi on ne le rencontre plus sous forme d'acide sulfureux, mais sous celle d'acide vitriolique.

Le soufre est antérieur à la cristallisation des terreins primitifs. Car j'ai trouvé de la galène dans des granits du Beaujeolois, auprès de Propières. J'ai vu des pyrites dans les granits des Alpes. Desaussure en a trouvé auprès du Mont-Blanc (§. 911).

Mais le soufre se forme aussi journellement, car, celui qu'on retire des végétaux & des animaux est certainement un produit nouveau.

Il paroît que ce soufre & son acide sont produits des mêmes principes que les autres substances salines; savoir, des différens airs, d'eau, de la matière du feu, de celle de la lumière....

Les mêmes principes auront formé le soufre qui se trouve dans les terreins primitifs, avant la cristallisation générale du globe.

Ce soufre aura été tenu en dissolution dans les eaux à cette époque sous forme d'hépar ou de foie de soufre.

Sous cette forme hépatique, le soufre est très-soluble dans les eaux.

DU PHOSPHORE.

§. LXXXII. On avoit cru pendant long-tems que le phosphore n'appartenoit qu'aux substances animales. On le retrouva ensuite dan les substances végétales. Enfin les analyses chimiques ont retiré l'acide phosphorique d'un grand nombre de substances minérales.

Gahn l'obtint d'abord des mines de plomb. J'ai aussi fait du phosphore avec des mines de

plomb vert de Freyberg. Laumont en a retiré des mines de plomb de Poullaouen.

Meyer a retiré l'acide phoſphorique de la ſydérite : & depuis on en a beaucoup retiré des mines de fer limonneuſes.

Les mines de fer caſſant à froid contiennent auſſi beaucoup d'acide phoſphorique.

Sage vient auſſi de trouver du phoſphore dans des mines de cuivre d'auprès de Nevers.

Klaproth a obtenu de l'appatit une grande quantité d'acide phoſphorique.

Prouſt a retrouvé le même acide dans un appatit non criſtalliſé, formant des montagnes immenſes dans l'Eſtramadure.

On ne peut aſſurer avoir trouvé le phoſphore en nature que dans une mine de fer de Poullaouen décrite par Laumont.

Enfin le phoſphore paroît ſe trouver dans l'air inflammable phoſphorique des fontaines brûlantes.

On voit que preſque tout cet acide phoſphorique, & ce phoſphore ſe trouvent dans des montagnes ſecondaires. Car les mines de Poullaouen elles-mêmes ſont dans des terreins ſecondaires, ainſi que toute les mines limonneuſes.

Il n'y a donc que l'appatit trouvé dans les mines d'Ehrenfriedrichſdorf, en Saxe, & dans

celles de Schaggenwald, en Bohême, qui sont dans les terreins primitifs.

Le phosphore se trouvoit donc dans les eaux antérieurement à la cristallisation du globe, & il y étoit tenu en dissolution sous forme de foie de phosphore. Il paroît qu'il y étoit peu abondant, puisqu'on le trouve si rarement.

Mais il est très-commun dans les couches secondaires. Et celui-ci paroît provenir entièrement des débris des matières animales & végétales.

On peut dire que le phosphore & son acide sont produits des mêmes principes que les autres substances salines; savoir, des différens airs, d'eau, de la matière, du feu, de celle de la lumière....

DES SUBSTANCES MÉTALLIQUES.

§. LXXXIII. Les substances métalliques sont extrêmement répandues dans le règne minéral. Il n'est peut-être pas de terres ni de pierres qui n'en contiennent quelques parties. Le fer principalement s'y décèle de toutes parts; & comme le fer se trouve le plus souvent avec de la manganèse, du zinc, de l'or, & d'au-

tres métaux, on peut dire que toutes ces substances sont aussi très-communes.

Les minéraux ne sont pas les seuls corps qui renferment des métaux, ils se retrouvent dans toutes les plantes, & dans tous les animaux. On extrait de leurs cendres une assez grande quantité de fer. Schéele y a reconnu la manganése. Beccher en avoit retiré de l'or : & plusieurs autres chimistes depuis lui, ont retiré une assez grande quantité de ce métal des sarmens de vigne brûlés.

On connoît aujourd'hui dix-huit substances métalliques, qui sont : 1°. l'or; 2°. l'argent; 3°. la platine; 4°. le mercure; 5°. le cuivre; 6°. le plomb; 7°. l'étain; 8°. le fer; 9°. le zinc; 10°. le bismuth; 11°. le cobalt; 12°. l'antimoine; 13°. l'arsénic; 14°. le nickel; 15°. la manganèse; 16°. la tunstène; 17°. la molybdène; 18°. l'uranit.

Les métaux doivent être regardés comme des substances primitives d'une formation antérieure à la cristallisation du globe. Car on trouve du fer, par exemple, dans tous les élémens du granit.

Le quartz contient toujours une portion ferrugineuse.

Le feld-spath renferme plus de fer que le quartz.

Dans

Dans le ſchorl le fer eſt encore plus abondant, on peut l'eſtimer à 0,09.

Le mica noir en contient encore davantage. Le fer fait ſouvent le dixième de ſon poids.

Les autres pierres des terreins primitifs, telles que les gemmes, les ſchorls, les pierres magnéſiennes, les pierres argileuſes contiennent toutes plus ou moins de fer.

Indépendamment de cette portion de fer qui eſt un des principes compoſans de toutes ces pierres, on trouve dans le ſein des terreins primitifs les ſubſtances métalliques en grandes maſſes, ſous forme de filons, de veines, ou de rognons. Nous en rapporterons bientôt pluſieurs exemples.

Mais il peut auſſi y avoir des métaux de formation ſecondaire, comme paroiſſent être tous ceux qu'on retrouve chez les êtres organiſés. Des plantes élevées dans l'eau contiennent les mêmes métaux que celles qui ſont élevées dans la terre. Or, rien n'a pu leur fournir ces ſubſtances métalliques. On en doit donc conclure qu'elles ont été formées dans la plante.

Je crois qu'il ſe forme également chaque jour des métaux, particulièrement du fer, dans les foſſiles, les tourbes, les charbons, même les ſchiſtes. Toutes ces ſubſtances ſont rem-

plies de pyrites qui n'y ont pas été apportées. C'eſt une obſervation qui mérite la plus grande attention de la part du géologue.

Dans la compoſition de ces ſubſtances métalliques de nouvelle formation, il ſera entré de la matière de la lumière, de la matière de la chaleur, ou du feu, & des autres grands fluides de l'Univers, fluide électrique, fluide magnétique....

DES MINÉRALISATEURS DES MÉTAUX.

§. LXXXIV. On ne comptoit, il y a encore peu de tems, que deux ſubſtances qui minéraliſoient les métaux, ſavoir, le ſoufre & l'arſénic. Mais les nouvelles analyſes nous en ont fait reconnoître un grand nombre d'autres: & ſans doute nous ne les connoiſſons pas encore toutes.

Ces différens minéraliſateurs ſont :

1°. L'air pur qui ſe trouve dans un grand nombre de chaux métalliques, mais particulièrement dans celle de manganèſe, dans le plomb rouge.....

2°. L'acide aérien, ou air fixe. Il minéraliſe le plomb blanc, la malachite.....

3°. L'air impur ou phlogistiqué. Il se trouve dans la plupart des chaux métalliques avec l'air pur & l'acide aérien.

4°. L'air inflammable. Des métaux exposés à l'air inflammable, noircissent. Il est donc vraisemblable que des chaux métalliques, telles que le plomb blanc, qui sont devenues noires, doivent cette couleur à l'air imflammable assez abondant dans les mines.

5°. L'air inflammable sulfureux, ou l'air hépatique. Il minéralise la blende.

6°. Le soufre. C'est un des minéralisateurs les plus communs. Il se trouve dans les pyrites, les galènes.....

7°. Le foie de soufre se trouve dans les blendes.

8°. L'acide vitriolique est dans les différens vitriols.

9°. Le phosphore. Il minéralise le fer, le plomb, le cuivre.

10°. L'acide phosphorique est le minéralisateur du plomb vert, du plomb noir, de la sidérite.....

11°. L'air inflammable phosphorique minéralise le plomb appelé *Slickenside*.

12°. L'arsénic. Il se trouve dans le mispickel, l'argent arsénical.....

13°. L'acide arsénical minéralise la chaux rouge de cobalt.

14°. L'acide tunstique minéralise le wolfram.

15°. L'acide molybdique minéralise le plomb jaune.

16°. L'acide fluorique est le minéralisateur de quelques blendes.

17°. La plombagine se trouve dans le fer micacé, *eisenman*.

18°. L'eau. Elle se trouve dans les calamines, les chaux de cuivre.

19°. Le natron. On le trouve avec le fer dans des eaux minérales.

20°. L'alkali volatil. Il se trouve auprès des volcans avec du fer.

21°. Le sel ammoniac. Il se rencontre également auprès des volcans avec du fer.

22°. Des terres. On trouve dans plusieurs mines des terres qui sont mélangées & combinées avec elles. La terre calcaire, par exemple, est combinée avec le fer spathique.

23°. Le mercure amalgamme des métaux. On trouve des amalgammes naturels d'argent.

24°. Différens alliages de métaux. Ce sont de vraies minéralisations, puisque les métaux,

dans cet état, ne jouiffent point de leurs propriétés.

25°. Des bitumes. On trouve des mines métalliques avec des bitumes, telles font quelques-unes de mercure à Idria.

26°. La matière de la chaleur. Je la regarde comme un minéralifateur.

27°. L'acide boracique fe trouvera certainement combiné avec quelques métaux dans les lagonis : & il y a fouvent des chaux de fer avec le borax.

Toutes ces fubftances métalliques, & leurs minéralifateurs, fe préfentent en général fous deux formes différentes, ou en filons, ou fous forme de mines de tranfport. Nous en allons parler féparément.

DES FILONS MÉTALLIQUES.

§. LXXXV. On appelle *filon* une veine quelconque de fubftances hétérogènes au terrein dans lequel elle fe trouve, & qui le traverfe fur une diftance plus ou moins confidérable. Ce *filon* ou veine s'étend prefque toujours en ligne droite. Souvent il fe propage à plufieurs milliers de toifes en traverfant plufieurs montagnes & vallées. Il arrive quelquefois que le

filon eſt interrompu par une maſſe étrangère, qu'on appelle *crin*, *faille*, *ſprun*, E E (*fig.* 1, *planche* 11), mais on le retrouve en ſuivant toujours la même direction.

La même montagne préſente le plus ſouvent pluſieurs filons qui ſe croiſent, & ſe coupent en ſens différens. On peut voir dans la *pl.* 11, *fig.* 1, deux filons A A, B B, ſe coupant au point C.

On appelle affleuremens les indices extérieurs d'un filon quelconque.

On diſtingue en général deux eſpèces de filons, les uns pierreux & les autres métalliques.

Les filons pierreux ſont des veines de pierres différentes de celles du terrein où ils ſe trouvent. On voit, par exemple, ſouvent dans les granits primitifs & dans les kneis des filons de quartz.

Les filons métalliques dont il s'agit dans le moment, ſont des veines qui renferment une ou pluſieurs ſubſtances métalliques.

On diſtingue dans ces filons, le toit T, le mur M, la ſalbanque S S, l'inclinaiſon & la direction.

Le *toit* T, eſt la partie ſupérieure du filon.

Le *mur* M eſt ſa partie inférieure ſur laquelle il repoſe.

La *ſalbanque* eſt une partie terreuſe ou pierreuſe, qui accompagne le minérai contenu dans le filon F. Car, tout l'eſpace compris entre le *mur* & le *toit*, n'eſt pas rempli de minérai. Il y a preſque toujours une portion argileuſe ou d'autre nature S, qui accompagne le minérai, & remplit ſouvent la plus grande partie du filon.

L'inclinaiſon du filon ſe meſure par ſa direction relativement à la verticale. On appelle tête du filon ſa partie ſupérieure : & on dit le filon eſt incliné de tant de degrés relativement à l'horizon.

La *direction* du filon ſe meſure relativement à ſa marche au ſud ou au nord. On dit, tel filon court du ſud au nord, ou de l'eſt à l'oueſt.

Il y a des filons horizontaux, tels ſont ceux d'Allemont, de Seizi.....

D'autres filons ſont verticaux ou preſque verticaux, comme celui d'Iſmelau en Thuringe, CC, *fig.* 3.

Mais le plus grand nombre des filons eſt incliné, & même les plus riches le ſont ſouvent de 45 degrés environ.

Les filons ſe trouvent dans toutes ſortes de

terreins : dans les primitifs, dans les kneiſeux, dans les ſchiſteux & dans les calcaires.

Je connois un filon de galène dans les granits primitifs du Beaujeolois à Proprières, proche Beaujeu.

Ceux de Poullaouen ſont dans des ſchiſtes argileux.

La montagne de Bleyberg en Corinthie, offre des filons très-remarquables. Elle eſt composée de couches calcaires coquillières, dans leſquelles ſe rencontrent ces belles lumachelles coquillières. Ainſi, ce ſont bien certainement des dépôts ſecondaires & tertiaires. Ces couches ſont inclinées ſous un angle de 40 à 50 degrés. Elles ſont ſéparées par des filons de galène, dans leſquels ſe trouvent les plombs jaunes. Il y a quatorze filons horizontaux de ces galènes, qui alternent avec autant de couches calcaires.

Mais les terreins dans leſquels les filons ſont plus fréquemment, ſont les granits ſecondaires ou kneis. Toutes les riches mines du Hartz ſont dans de pareils terreins.

L'origine des filons a été le ſujet de grandes diſcuſſions parmi les naturaliſtes. Ils ont preſque tous penſé qu'il s'étoit formé des fentes dans les terreins qui les contiennent, & que poſtérieurement ces fentes avoient été remplies

par les ſubſtances qui forment le filon. Il y a deux ſentimens ſur la manière dont ces fentes auroient été remplies.

§. LXXXVI. Les uns ont dit que les différens minérais métalliques avoient été volatiliſés par la chaleur ſouterreine, & qu'ils étoient venus ſe dépoſer dans ces fentes.

Mais cette opinion ne peut pas ſe ſoutenir.

1°. Les ſubſtances métalliques ne ſe volatiliſent qu'à un degré de chaleur conſidérable. L'or, l'argent.... par exemple, ne peuvent être volatiliſés qu'à la chaleur du verre ardent. Or, il n'exiſte pas de pareille chaleur dans l'intérieur du globe.

Et quand elle ſe rencontreroit dans quelques circonſtances locales, comme auprès des volcans, ces matières ſe refroidiroient bientôt, & ne pourroient parvenir à l'extrémité des filons.

On ne peut donc admettre de volatiliſation des ſubſtances métalliques, qu'auprès de quelques volcans, comme celle de la rubine d'arſénic auprès du Véſuve, celle du fer ſpéculaire auprès du Mont-d'Or.....

2°. Il y a des filons pierreux, comme nous l'avons vu, par exemple, des filons de quartz. Or, ceux-là n'ont pu être volatiliſés.

3°. Dans les filons métalliques il se trouve des salbanques terreuses & différentes substances pierreuses cristallisées, telles que des cristaux de spath pesant, de spath perlé, de spath calcaire, de spath fluor, de quartz..... intimément mélangés avec le minérai.

Ces raisons sont tellement convaincantes, que presque tous les minéralogistes ont abandonné l'opinion que les filons métalliques ayent pu être formés par des vapeurs qui se seroient déposées dans les fentes des montagnes.

§. LXXXVII. La plus grande partie d'entr'eux soutient aujourd'hui que ces fentes ont été remplies d'une autre manière. Les eaux se sont retirées, disent-ils, & sont revenues postérieurement couvrir ces terreins. Elles ont apporté avec elles des substances métalliques, & des portions terreuses qu'elles ont déposées pour former les filons & les salbanques.

Je ne pense pas qu'on puisse soutenir davantage ce sentiment.

1°. Les filons ou horizontaux, ou inclinés moins de 60 à 70 degrés, n'auroient pu être formés de cette manière, puisque toute fente horizontale, ou de 60 à 70 degrés, un peu considérable, est impossible. Le toit retomberoit aussi-tôt sur le mur. Or, il y a un grand nombre de filons horizontaux, tels sont ceux

d'Allemont.... & la plus grande partie des filons à une inclinaiſon moindre que 70 degrés.

Il n'y auroit donc tout au plus que les filons verticaux ou preſque verticaux, pour leſquels on pourroit admettre cette hypothèſe. Mais nous avons vu qu'il y a très-peu de filons verticaux. Le filon d'Iſmelau, dont une partie A eſt verticale, a une autre portion horizontale B (*fig.* 3, *pl.* 11).

Or, on ne doit pas admettre deux procédés différens de la nature, pour former les filons métalliques. Il faut donc dire qu'elle produit les filons métalliques verticaux de la même manière qu'elle produit ceux qui ſont horizontaux.

2°. Nous avons vu que la même montagne contient pluſieurs filons qui ſe coupent, ſe croiſent en différens ſens. Il faudroit donc ſuppoſer dans la même montagne autant de fentes différentes. Or, cela eſt impoſſible : parce que par-tout, le toit retomberoit ſur le mur. Il y auroit même des portions compriſes entre les différentes veines, telles que ACB, qui n'auroient aucun ſupport, puiſque de tous les côtés elles repoſent ſur le filon (*figure* 1, *planche* 11).

3°. Il n'eſt pas vraiſemblable que les eaux venant remplir poſtérieurement ces fentes, n'y

apportassent que tels minérais, par exemple, & telle salbanque. C'est contraire à toute analogie.

4°. Les fentes que nous connoissons dans le sein des montagnes ne ressemblent point aux filons. Ceux-ci sont ordinairement en ligne droite : & les fentes au contraire ne sont presque jamais en ligne droite.

Enfin nous verrons que l'opinion de ceux qui pensent que les eaux sont revenues plusieurs fois couvrir les continens n'est rien moins que prouvée.

§. LXXXVIII. Je regarde les filons, soit métalliques, soit pierreux, comme ayant été produits dans le même tems que les montagnes où ils se trouvent, par la *cristallisation.*

Les matières métalliques & pierreuses, ainsi que les terres qui composent le filon, & sa salbanque, étoient mélangées avec les élémens qui forment la montagne. Elles se sont séparées de ceux-ci par affinité & se sont réunies par choix d'élection. Cette réunion s'est opérée suivant une direction & une inclinaison quelconque, & a formé le *filon*, soit de minérai, soit de toute autre matière.

Il ne sera demeuré que quelques parties éparses dans la masse de la montagne, & trop éloignées des autres pour venir s'y réunir. Ce

font ces parties que les ouvriers appellent *mouches* O (*fig.* 1). Ces mouches prouvent de plus en plus, que le minérai étoit épars & confondu avec les autres fubftances qui compofent la maffe de la montagne.

Dans les montagnes, comme celles de Bleyberg, où les filons alternent avec les couches de la montagne, il eft évident que les filons ont été dépofés alternativement comme les couches calcaires. Il a été d'abord dépofé une couche calcaire, puis une couche métallique, enfuite une couche calcaire, une quatrième couche métallique.... toutes ces couches n'ont pu être formées que fuivant les loix des affinités.

Ces efpèces de filons pourroient être appelés *filons-couches*, fi l'on veut.

On pourroit peut-être dire que la fente, qui renferme le filon, a exifté d'abord dans la montagne ; que le minérai exiftoit également dans cette montagne, épars & difféminé comme les *mouches* O ; que les eaux qui circuloient dans la montagne ont diffous ce minérai, & l'ont apporté dans la fente, où elles fe rendoient par une efpèce de tranfudation de la même manière qu'elles forment les ftalactites, qu'elles forment les filex.....

Lorfqu'on pénètre dans des galeries minérales abandonnées depuis long-tems, on voit

que les eaux ont agi ſur le minérai, & ont produit ſouvent de nouvelles eſpèces de mines, qu'elles ont chariées plus ou moins loin. Si ces eaux, ainſi chargés de minérais, rencontroient une fente ou une cavité, elles pourroient y former des filons où des mines en rognons.

Je répondrai que cette ſuppoſition ne feroit pas contraire à mon opinion, puiſque dans ce cas le filon ou le rognon feroit toujours produit par criſtalliſation, & ſuivant les loix des affinités.

Mais il me ſemble que cette hypothèſe ne peut s'appliquer qu'à quelques cas particuliers, comme ceux que je viens de citer, & nullement aux grands filons qui traverſent pluſieurs montagnes, & ont pluſieurs lieues de longueur. Car, il faut premièrement ſuppoſer l'exiſtence de ces fentes; & j'ai fait voir que de telles fentes n'auroient pu ſubſiſter, & que les filons ne reſſemblent nullement aux fentes que nous connoiſſons.

La plupart des montagnes où ſont les filons, ſont de pierres dures, qui ne peuvent laiſſer ſuinter de l'eau dans ce moment. Or, ces pierres dans l'inſtant de leur criſtalliſation avoient à-peu-près la même dureté qu'aujourd'hui. L'eau n'a donc pu les traverſer.

Les eaux qu'on rencontre dans les filons, n'y arrivent ordinairement que par des fentes particulières; & elles n'y arrivent le plus souvent que depuis l'ouverture des galènes.

Enfin, quelques tranſudations particulières n'ont aucun rapport avec la maſſe immenſe de certains filons qui ont une épaiſſeur conſidérable, une grande profondeur & une longueur de pluſieurs lieues.

On m'a encore objecté que des filons, aujourd'hui horizontaux, ont pu être formés d'une manière verticale, & qu'ils ne ſe trouvoient aujourd'hui dans une ſituation horizontale, que par le renverſement de la montagne.

Je conviens que cela a pu avoir lieu dans quelques circonſtances. Nous verrons que pluſieurs couches de différentes ſubſtances qui ſont aujourd'hui verticales, ou approchent de la verticale, ont dû être dans le principe horizontales ou à peu-près horizontales. Mais cela ne pourroit pas s'appliquer aux filons métalliques, ou au moins que dans un très-petit nombre de circonſtances. Car il eſt peu de grandes montagnes à filons où les veines ne la traverſent en différentes directions, telles qu'on ne peut ſuppoſer que des fentes ſemblables ayent ſubſiſté dans le même moment,

puiſque les unes auroient été horizontales, & les autres verticales à la même époque.

Les plus riches filons exiſtent dans les kneis, ou granits ſecondaires, ou ſchiſtes quartzeux micacés. Je crois pouvoir en aſſigner la cauſe.

Les kneis, comme nous le verrons, exigent moins d'eau pour criſtalliſer que les granits primitifs. Leur criſtalliſation a donc été poſtérieure à celle de ces granits. Auſſi les kneis ont-ils criſtalliſé dans les eaux-mères qui ſont demeurées après la grande criſtalliſation de la maſſe du globe.

Toutes les autres ſubſtances, auſſi ſolubles que les kneis, & qui exigent auſſi peu d'eau pour criſtalliſer, feront également demeurées dans les eaux-mères, & criſtalliſeront avec ces mêmes kneis, en obéiſſant toujours aux loix des affinités & aux choix des élections. Or, la plus grande partie des ſubſtances métalliques combinées avec leurs minéraliſateurs, tels que les différens acides, les airs, les foies de ſoufre, de phoſphore, d'arſénic..... ſont auſſi ſolubles dans les eaux que les kneis. Elles auront donc demeuré dans les eaux avec les kneis & auront criſtalliſé avec eux.

La dernière queſtion qui s'offre eſt de ſavoir pourquoi les filons ſont toujours en ligne droite, & traverſent ſous cette direction plu-

ſieurs

ſieurs montagnes. Nous parlerons ailleurs de ce phénomène.

Les mines d'or, d'argent, ſontplus fréquentes ſous la zone torride; & les mines de fer, de cuivre..... dans les régions froides, ou tempérées. Nous avons vu (§. XXX) que les mines de fer paroiſſent très-communes vers les poles. On a donné différentes explications de ce phénomène, mais aucune ne paroît fondée.

Gautier a dit quelque choſe d'aſſez ſpécieux à cet égard (1). « Les parties les plus peſantes » de la terre, dit-il, comme celles de l'or, » gagnèrent lors de ſa formation du côté de » l'équateur.... & l'équilibre les ayant rangées » autour de la terre en manière de croûte, les » métaux & les minéraux, comme les plus pe- » ſans, durent prendre place entre les tropi- » ques ».

Il auroit encore pu apporter pour preuve de ſon opinion, la platine, le corps le plus peſant connu, qui ne ſe trouve qu'au Pérou, proche l'équateur.

Mais les mines d'or (& de platine), quoique paroiſſant plus abondantes, peut-être entre les

(1) Nouvelles conjectures ſur le globe de la terre.

tropiques qu'ailleurs, ne ſont qu'une portion très-petite de ces terreins, & les autres ſubſtances métalliques ne ſont pas plus abondantes dans ces régions qu'ailleurs. Cependant elles ſont infiniment plus peſantes que les granits, les porphyres...... & autres matières de ces montagnes primitives..... Cette idée de Gautier eſt donc plus ingénieuſe que ſolide; ſi elle étoit fondée, toutes les ſubſtances métalliques, comme plus peſantes que les terres & les pierres, devroient ſe trouver entre les tropiques:

On a encore dit que la plus grande chaleur de la zone torride devoit avoir contribué à la formation des métaux précieux. Mais ce ſont des idées des alchimiſtes qui ne ſont nullement confirmées par les connoiſſances actuelles.

DE LA CRISTALLISATION DES FILONS MÉTALLIQUES.

§. LXXXIX. Il faut rechercher maintenant comment les différentes ſubſtances métalliques ont pu criſtalliſer pour former les filons : & il y a pluſieurs queſtions à examiner.

La première eſt de ſavoir comment ces ſubſ-

tances & leurs minéralisateurs ont pu être tenues en dissolution dans les eaux ; car leur cristallisation n'ayant pu s'opérer par le feu, il faut donc qu'elles ayent été dissoutes par les eaux. Or, je crois avoir prouvé d'une manière satisfaisante, comment l'eau a pu les dissoudre (1).

Parmi les minéralisateurs, on compte plusieurs acides.

1°. L'acide vitriolique.
2°. L'acide phósphorique.
3°. L'acide marin.
4°. L'acide aérien ou air fixe.
5°. L'acide fluorique.
6°. L'acide arsénical.
7°. L'acide tunstique.
8°. L'acide molybdique.

Or, tous ces acides sont solubles dans l'eau, & par conséquent l'eau chargée de ces acides a pu attaquer les substances métalliques ; les minéraliser & les tenir en état de dissolution.

Parmi les autres minéralisateurs se trouvent :

9°. Le soufre.

(1) Journal de Physique, Février, 1793, pag. 145.

10°. Le foie de ſoufre.

11°. L'air inflammable ſulfureux ou hépatique.

12°. Le phoſphore.

13°. L'air inflammable phoſphorique.

Or, le ſoufre & le phoſphore ſe combinent avec la terre calcaire, la magnéſie & la terre peſante, lorſqu'elles ſont à l'état cauſtique & forment des hépars, ou foies de ſoufre & de phoſphore qui ſont ſolubles dans l'eau.

Ces mêmes ſoufre & phoſphore ſe combinent également avec les chaux métalliques, pour former des hépars qui ſont très-ſolubles.

Les airs inflammables, ſulfureux & phoſphorique, ſont également ſolubles dans l'eau.

L'eau pourra donc encore ſe charger de ces cinq minéraliſateurs, qui, dans cet état, minéraliſeront les différentes ſubſtances métalliques. On ſait que le foie de ſoufre diſſout tous les métaux, l'or lui-même.

Hoffman a fait du cinabre par cette voie, en mettant du mercure dans du foie de ſoufre ammoniacal liquide.

Or, la plupart des mines minéraliſées par le ſoufre, donnent l'odeur hépatique : ce qui prouve que le ſoufre y eſt, ou y a été, non comme ſoufre, mais comme hépar.

14°. L'arſénic à l'état de chaux eſt très-ſoluble dans l'eau. Dans cet état, il ſe combine avec les alkalis & les terres calcaire, magnéſienne & peſante, lorſqu'elles ſont à l'état cauſtique. Ces compoſés ſont très-ſolubles dans l'eau.

La chaux d'arſénic peut auſſi ſe combiner avec d'autres chaux métalliques & former des compoſés très-ſolubles.

Cette chaux d'arſénic pourra donc, ſous ces différentes formes, ſervir de minéraliſateur.

15°. L'air pur.

16°. L'air phlogiſtiqué.

17°. L'air inflammable.

Ces trois eſpèces d'airs, qui ſont des minéraliſateurs, ſont très-ſolubles dans l'eau. Il n'eſt pas d'eau qui ne contienne de l'air pur & de l'air phlogiſtiqué. L'air inflammable ſe trouve dans l'eau des marais.

Or, l'eau chargée de ces airs peut attaquer les métaux.

L'eau chargée d'air pur attaque le plomb, le fer, le cuivre.....

L'air phlogiſtiqué s'y combine également.

L'eau chargée d'air inflammable noircit pluſieurs métaux. Elle pourra même révivifier des chaux métalliques : & ſans doute pluſieurs des métaux natifs ſont dus à cette cauſe.

L'acide & la chaux d'arsénic se révivifient avec beaucoup de facilité par l'air inflammable, & donnent le régule d'arsénic natif.

18°. D'autres chaux métalliques sont également solubles dans l'eau.

J'ai prouvé que les chaux de zinc s'y dissolvoient (1).

Celles d'antimoine s'y dissolvent pareillement.

Toutes ces chaux pourront donc, sous ces formes, se combiner entr'elles, ou avec d'autres chaux métalliques, & même avec des régules.

Ces combinaisons se feront encore plus facilement par l'intermède des hépars de soufre, d'arsénic.....

19°. Le natron se trouve quelquefois minéralisateur. Plusieurs eaux minérales contiennent du natron & du fer.

20°. L'alkali ammoniacal, qu'on rencontre auprès des volcans, peut ensuite être dissous par les eaux, & servir de minéralisateur, surtout pour les mines de cuivre. Cela pourroit se rencontrer plus facilement dans les endroits où il y a des volcans éteints.

21°. Ce que nous venons de dire de l'al-

---

(1) Essai sur l'air pur, tom. II, p. 385.

kali volatil, doit s'appliquer au sel ammoniac, qu'on rencontre également près des volcans, & qui peut minéraliser le fer, le cuivre.....

22°. Les terres à l'état caustique, telles que la terre calcaire, la terre pesante, la magnésie, sont très-solubles dans l'eau. Elles pourront donc se combiner avec les chaux métalliques & les régules. Le fer spathique contient jusqu'à 0,38 de terre calcaire aérée.

23° L'eau elle-même se trouve combinée dans plusieurs mines, dans les calamines, dans les chaux de cuivre.....

24°. Le mercure est combiné sous forme d'amalgamme avec différens métaux. On connoît des amalgammes natifs d'argent, de bismuth..... mais ceci s'opère par un simple mélange mécanique.

25°. Les mines bitumineuses sont aussi produites par un simple mélange mécanique du métal avec la substance bitumineuse.

On voit quels sont les agens qui ont tenu en dissolution dans les eaux, les substances métalliques & leurs minéralisateurs.

Il se présente maintenant d'autres questions à résoudre.

Comment ces différentes substances ont-elles cristallisé ensemble confusément & non séparément?

Pourquoi dans la galène, par exemple, le plomb ne criſtalliſe-t-il pas d'un côté & le ſoufre de l'autre?

Pourquoi dans certaines mines contenant par exemple, argent, fer, cuivre, antimoine, arſénic, ſoufre, zinc..... toutes ces ſubſtances criſtalliſent-elles enſemble d'une manière confuſe, & non pas chacune ſéparément?.....

Tous ces phénomènes tiennent à la théorie de la criſtalliſation.

Lorſque pluſieurs ſubſtances ſont diſſoutes enſemble, & que leur criſtalliſation eſt précipitée, elles criſtalliſent enſemble & d'une manière confuſe.

Mais ſi la criſtalliſation ſe fait avec lenteur, chacune de ces ſubſtances criſtalliſera diſtinctement, & d'une manière plus ou moins régulière.

Lors de la criſtalliſation de pluſieurs ſubſtances métalliques minéraliſées, & qui ſont mélangées, elles criſtalliſeront confuſément, ſi la criſtalliſation a été trop précipitée; telles ſont les maſſes du minérai qui forme les filons de Baigorri, de Sainte-Marie, du Hartz.... leſquelles contiennent fer, cuivre, argent, zinc, arſénic, ſoufre.....

Mais lorſque la criſtalliſation s'eſt faite avec moins de précipitation, chacune de ces ſubſ-

tances criſtalliſe ſéparément & d'une manière régulière : auſſi dans les lieux tranquilles de ces filons, dans les géodes, on trouve de beaux criſtaux de ces différentes ſubſtances, tels que :

Argent rouge.
Blende.
Argent vitreux.
Cuivre gris.
Pyrite.
Argent gris.

. . . .

La même choſe a eu lieu dans tous les riches filons.

Et ce qui prouve de plus en plus que c'eſt la vraie marche que ſuit la nature, c'eſt que dans ces mêmes géodes, dans les mêmes endroits où ſe rencontrent les criſtaux des ſubſtances métalliques minéraliſées, on trouve différens criſtaux pierreux, tels que criſtaux de roche, ſpaths peſans, ſpaths fluors, ſpaths calcaires.. ſpaths perlés.....

Or, nous verrons que ces criſtaux pierreux exigent des lieux tranquilles pour criſtalliſer ainſi d'une manière régulière, & chacun ſéparément.

daires plus élevées ; qu'elles se sont ensuite dissoutes dans les eaux & y ont cristallisé suivant les loix des affinités, alternativement avec les substances calcaires & bitumineuses.

Quelquefois même elles cristallisent avec la substance calcaire elle-même, comme dans les fers spathiques.

Le mercure se trouve intimément mélangé avec le bitume à Idria & ailleurs.

III°. Il y a d'autres mines métalliques par transport, qui sont d'une nature différente de celles que nous venons de voir. Elles ne sont point cristallisées, mais sont sous forme pulvérulente, mélangées avec différentes terres, plus volontiers avec des argiles, des marnes, des schistes décomposés.....

Toutes les mines de fer dites limonneuses, sont de cette espèce, ainsi que plusieurs calamines, plusieurs mines d'étain....

On ne sauroit guère douter que ces espèces de mines ne viennent des montagnes supérieures, les mêmes d'où ont été détachées les substances avec lesquelles elles se trouvent.

Quelques-unes de ces mines de fer peuvent cependant provenir de pyrites décomposées, & ces pyrites sont la plupart de formation nouvelle. Ce sont celles que l'on trouve dans les

ſchiſtes, dans les argiles, dans les tourbes, dans les bois foſſiles, & dans les matières bitumineuſes.

DES SUBSTANCES SALINES.

§. XCI. Elles ſont extrêmement abondantes dans l'intérieur du globe, à ſa ſurface, & dans l'atmoſphère. La nature les emploie par-tout. Il eſt peu de corps où on n'en trouve, & chaque jour l'analyſe en fait découvrir qui n'étoient pas connues. Peut-être, en prenant le terme dans toute ſon étendue, tous les minéraux pourroient-ils être regardés comme des ſubſtances ſalines.

Les chimiſtes diſtinguent ordinairement trois eſpèces de ſels,

1°. Les acides.

2°. Les alkalis.

3°. Les ſels neutres.

Avant que de parler de chacune de ces ſubſtances en particulier, je crois devoir rappeler la manière dont la nature produit journellement la plupart des ſels. Ce ſera en ſuivant le travail des nitriers ou ſalpêtriers, lequel eſt très-connu.

On prend une terre végétale ou animale,

que, par des lavages répétés, on a dépouillée de toute ſubſtance ſaline. On en conſtruit des petits murs minces, & à travers deſquels on ménage même des jours, afin que l'air puiſſe y circuler facilement. Ils ſont placés ſous des angards, pour qu'ils ſoient à couvert des pluies. Au bout d'un an ou deux, on leſſive ces terres à la manière ordinaire, & on en retire les ſels ſuivans :

1°. Le nitre commun à baſe de potaſſe.

2°. Le nitre à baſe de natron.

3°. Le nitre calcaire.

4°. Le nitre de magnéſie.

5°. Le ſel marin à baſe de natron.

6°. Le ſel marin à baſe de potaſſe.

7°. Le ſel marin calcaire.

8°. Le ſel marin de magnéſie.

9°. Le vitriol de magnéſie.

10°. Le vitriol calcaire.

11°. La magnéſie aérée.

Tous ces différens ſels ſont donc produits par les combinaiſons des différentes eſpèces d'airs, de l'eau, de la lumière, de la matière du feu, ou de la chaleur ... peut-être des fluides électrique, magnétique ...

Cette production nouvelle de ces ſubſtances ſalines eſt un des phénomènes que le géologue doit bien conſidérer.

Il en conclura que la matière du feu ou de la chaleur, celles de la lumière, du fluide électrique, du fluide magnétique .... entrent comme principes de ces substances.

Mais un grand nombre de ces substances salines est antérieur à la cristallisation du globe, & fait une partie constituante des terreins primitifs. Elles auront donc été produites, à cette époque, avec les mêmes principes qu'elles le sont aujourd'hui, c'est-à-dire, avec les différentes espèces d'airs, l'eau, la matière du feu, de la lumière...

DES ACIDES.

§. XCII. L'analyse chimique a déjà retiré des substances minérales un très-grand nombre d'acides : & sans doute elle nous en découvrira encore bien d'autres. Ceux qu'elle nous a donnés sont :

1°. L'acide aérien (carbonique).
2°. L'acide vitriolique (sulfurique).
3°. L'acide sulfureux.
4°. L'acide phosphorique.
5°. L'acide nitreux (nitrique).
6°. L'acide marin (muriatique).
7°. L'acide fluorique.

8°. L'acide boracique.

9°. L'acide quartzeux.

10°. L'acide molybdique.

11°. L'acide tunſtique.

12°. L'acide arſénical (arſénique).

Quelques-uns de ces acides ont exiſté avant la criſtalliſation des terreins primitifs ; quelques autres ſont poſterieurs.

1°. L'acide quartzeux, quelle que ſoit ſa nature, eſt antérieur aux terreins primitifs, puiſque le quartz en fait la plus grande partie. Il paroît que c'eſt l'air fixe.

2°. L'acide fluorique eſt également antérieur à la criſtalliſation des terreins primitifs, puiſqu'ils contiennent beaucoup de ſpath fluor.

3°. L'acide vitriolique eſt dans le même cas, puiſque les terreins primitifs contiennent beaucoup de cet acide dans les ſpaths peſans, les pyrites...

4°. L'acide ſulfureux ne ſe trouve dans aucune combinaiſon minérale. Néanmoins, puiſque le ſoufre & l'acide vitriolique ſont antérieurs aux terreins primitifs, l'acide ſulfureux peut l'être également.

5°. L'acide aérien ou air fixe eſt encore antérieur aux terreins primitifs ; car on y rencontre des pierres calcaires, des ſpaths calcaires criſtalliſés...

Et

Et en ſuppoſant qu'il eſt un des principes du quartz, comme nous le verrons, cet acide eſt un des plus répandus dans les terreins primitifs.

6°. } Les acides tunſtique, molybdique,
7°. } arſénical
8°. }

& autres acides métalliques, peuvent être antérieurs aux terreins primitifs, puiſque pluſieurs filons métalliques ſe trouvent dans ces terreins.

9°. L'acide phoſphorique ſe trouve dans quelques pierres & dans pluſieurs mines métalliques des terreins ſecondaires. Mais on le rencontre également dans les terreins primitifs; ſavoir, dans l'appatit de Saxe & de Bohême.

10°. L'acide marin n'a encore été retiré que de très-peu de minéraux. Il n'y a preſque que le mercure corné & l'argent corné dans leſquels ſon exiſtence a été bien conſtatée: & ces mines ſont très-rares, & paroiſſent des productions ſecondaires.

11°. L'acide boracique paroît un produit nouveau, qui appartient aux terreins ſecondaires; il ſe forme dans les lagonis du Tibet & de Toſcane.

12°. L'acide nitreux eſt un produit nou-

des mers, des lacs salés, & dans les sels gemmes. Plusieurs fontaines d'eaux minérales en contiennent également.

Mais il paroît une production nouvelle. Nous connoissons deux causes qui en forment journellement une grande quantité.

1°. Les terres végétales qui forment cet alkali en même tems que le nitre & les autres sels des nitrières.

2°. Les végétaux & les animaux, sur-tout les animaux marins. On retire des uns & des autres cet alkali en plus ou moins grande abondance. Lorgna a retiré une grande quantité de natron des animaux marins (1).

Il est des contrées où le natron se trouve en grandes masses ; quelquefois il est effleuri à la surface de la terre : d'autres fois il est dans des lacs. On cite des lacs qui se rencontrent dans les sables de Barbarie, auprès d'Ammon, lesquels sont remplis de cet alkali.

On suppose, avec assez de vraisemblance, que cet alkali est le produit du sel marin décomposé, & dont l'acide s'est volatilisé. Quelques portions de sel marin, qui y demeurent encore mélangées, ne permettent pas de douter

(1) Journ. de Physique, 1786, tom. II, pag. 30.

que ce ne soit la vraie origine de ce natron.

Quelques fontaines charient aussi cet alkali pur. Il se peut que celui-ci provienne également d'une portion de sel marin décomposé. Mais il est possible qu'il y en ait aussi qui vienne des animaux marins décomposés, & dont les débris sont dans les couches calcaires.

Un grand nombre de fontaines contient du sel de glauber, qui, en se décomposant, peut fournir du natron. Les salines de Lons-le-Saunier, de Mont-Morot..... contiennent beaucoup de ce sel de glauber, ou vitriol de natron.

Toute la Sibérie est remplie de ruisseaux & de lacs dont les eaux sont chargées de sel de glauber, ou vitriol de natron. Ce sel se décompose en plusieurs endroits, & laisse le natron pur, qu'on retrouve ou dans ces eaux, ou à la surface de la terre. *Voyez* les voyages de Pallas.

Les alkalis ne se rencontrent jamais dans les terreins primitifs ; ce qui prouve assez qu'ils sont d'une formation nouvelle.

Nous répéterons, à leur égard, les mêmes réflexions que nous avons déjà faites pour les acides. Il entre dans leur composition des airs, de la matière de la lumière, de la matière de

la chaleur, peut-être des fluides électriques magnétiques . . . leur production doit par conséquent diminuer la masse de ces grands fluides.

DES SELS NEUTRES A BASE D'ALKALIS.

§. XCIV. Par sels neutres, on entend communément des combinaisons d'un acide avec une base quelconque. Cette base peut être ou alkaline, ou terreuse, ou métallique. Ce qui donne trois espèces particulières de sels neutres.

Nous avons déjà parlé des sels neutres à base métallique à l'article des minéralisateurs ; parce que, dans ce cas, on peut regarder ces acides comme minéralisateurs.

Il sera question ailleurs des sels neutres à base terreuse, qui forment des pierres.

Ici, nous traiterons des sels neutres, qui ont pour base des alkalis.

Nous avons vu que ni l'alkali végétal ou potasse, ni l'alkali volatil ou ammoniacal, ne se rencontrent dans le règne minéral. Par conséquent, il ne peut y avoir de sels neutres minéraux à base alkaline, que ceux à base de natron.

Les ſels neutres à baſe de natron qu'on trouve dans le règne minéral, ſont :

1°. Le vitriol de natron, ou ſel de glauber, qui eſt fort commun dans pluſieurs fontaines, dans pluſieurs lacs, ſur-tout en Sibérie, & dans la mer.

2°. Le ſel marin commun, dont nous parlerons plus particulièrement.

3°. Le borax, qui eſt un ſel compoſé d'acide boracique & de natron. Ce ſel ne ſe trouve qu'en quelques endroits, comme dans les lagonis du Tibet, &c.

DU SEL GEMME, ET DE LA SALURE DES EAUX DE LA MER.

§. XCV. Le ſel gemme ſe rencontre dans un grand nombre d'endroits, mais c'eſt toujours dans les terreins ſecondaires, & jamais dans les primitifs.

Il ſe préſente, en général, ſous deux formes différentes :

Ou en grandes maſſes, qui ſont dépoſées par couches :

Ou il eſt mélangé intimément avec d'autres ſubſtances, en petites parcelles, ou en rognons.

C'est sous cette dernière forme qu'on le trouve à Bex en Suisse (1), à Lons-le-Saunier, à Mont-Morot, dans le département de la Meurthe (ci-devant Lorraine) (2), & en un grand nombre d'endroits, où il donne origine aux fontaines salées.

On a creusé, à Bex, des galeries très-considérables, en suivant les veines d'eaux salées; & on n'a jamais rencontré de masses de sels. On rencontre seulement, épars çà & là, quelques cristaux de sel marin. La masse de la montagne est un gypse gris, mêlé de beaucoup d'argile. On y trouve du soufre & du gaz inflammable sulfureux, ou hépatique.

Les galeries, creusées dans cette masse, conduisent à une autre espèce de pierre grise, qu'on appelle le *cylindre*, & qui paroît faire le noyau de la montagne. Cette pierre grise est une espèce de pierre argileuse, d'un noir tirant sur le bleu. C'est de cette masse que sortent les eaux salées : & cependant elle ne contient point de sels. C'est donc seulement le lieu où

(1) *Voyez* l'ouvrage de Wild sur ces salines.

(2) Je me servirai quelquefois du nom ancien des provinces de France, parce que ces provinces ayant été divisées en plusieurs départemens, j'ignore dans lequel de ces départemens sont les objets dont il s'agit.

viennent ſe rendre les eaux ſalées, qui ont coulé au travers de la montagne gypſeuſe.

C'eſt une obſervation aſſez générale que le gypſe ſe trouve auprès des mines de ſel gemme.

Deborn rapporte que les ſalines de Tranſilvanie ſe trouvent avec des gypſes.

Pallas a fait la même obſervation en Sibérie....

§. XCVI. Mais dans un grand nombre d'endroits, on trouve le ſel marin en grandes maſſes dans le ſein de la terre. Une des mines les plus fameuſes de cette eſpèce, eſt celle de Wiéliſca, en Pologne.

La ſurface extérieure du ſol où elles ſont ſituées, eſt, comme le reſte de la Pologne, un ſablon blanc, jaunâtre, ferrugineux.

Au-deſſous, on trouve des couches d'argile plus ou moins colorées par le fer.

Ces couches ſont ſéparées par des couches de pierres calcaires minces & feuilletées.

On trouve les premières couches de ſel à environ deux cents pieds de profondeur. Il y en a pluſieurs les unes ſur les autres. Les plus profondes où on ſoit parvenu, ſont à neuf cents pieds.

Ce ſel eſt en grande maſſe. Les couches n'en ſont interrompues que par quelques couches

» ches de fel, dont quelques-unes ont un » pouce d'épaiffeur, & d'autres davantage; » ce qui vient, à ce que je penfe, de la différente quantité de particules de fel dont l'eau, » qui a formé ces couches, étoit imprégnée. » Tout le terrein de cette faline eft rempli de » femblables couches entaffées les unes fur » les autres. Les falines qui font entre Carthage & Gueltta, auffi bien que celles des » marais de Shott, & celles du Sahara & fon » voifinage, font conftituées de la même manière.

» Le Jibbel Had-Deffa eft une montagne » de fel toute entière, fituée à l'extrémité » orientale du lac des Marques, qu'on appelle auffi Bahirah-Pharaoune, ou lac » Triton. Ce fel eft dur & folide comme une » pierre ». *Shaw*, *Voyage en Barbarie*, *t. I*, *p.* 297.

Ce lac des Marques (*Palus-Tritonis* des anciens), auprès de Tozzer, eft éloigné de la mer de quarante lieues. Sa longueur eft d'environ vingt lieues fur une largeur affez confidérable. Ses eaux, comme le dit Shaw, font très-falées, & s'évaporent, en partie, pendant l'été. Le fel fe dépofe & criftallife.

Il y a ici deux obfervations bien importantes à faire. 1°. C'eft que ce fel, criftallifé

pendant l'été, ne se dissout point entièrement par les eaux qui s'accumulent dans ces lacs pendant l'hiver. 2°. Le sel, au contraire, y cristallise & y forme des couches plus ou moins épaisses, qui sont séparées par les dépôts qui y apportent les eaux. Je ferai bientôt voir que cette observation de Shaw jette un grand jour sur la formation des salines.

Toute la Barbarie, depuis l'Egypte jusqu'au mont Atlas, & en s'étendant dans le Shara, dans le Biledugerid jusqu'au fleuve Niger, est, en partie, remplie de sel marin, au point que les eaux qui y coulent ne sont point potables. On est obligé d'en aller chercher dans de petits ruisseaux qui sortent des montagnes.

Ces ruisseaux, en traversant les plaines, se chargent de sels, qui, dans les chaleurs, cristallisent sur leurs rives. Il en est même quelques-uns qui en déposent des quantités prodigieuses dans leurs cours.

Indépendamment du sel marin, on trouve dans quelques-unes de ces plaines, particulièrement celle de Kerwan, auprès de Tunis, une grande quantité de nitre qui effleurit chaque été sur la terre, & ensuite est charié par les eaux.

On trouve, du côté d'Ammon, des lacs qui contiennent beaucoup de natron.

On peut aussi assurer qu'on retrouve ces sels bien avant dans l'intérieur de l'Afrique, puisque les habitans de ces contrées en font un commerce assez avantageux.

La Sibérie contient également une très-grande quantité de différens sels. De grands lacs sont pleins de ces sels. Plusieurs ruisseaux en charient ; & on en rencontre souvent déposé dans les sables, où ils efflеurissent. Pallas en cite un grand nombre d'exemples.

Voici ce qu'il dit de ceux situés du côté de l'Irtisch.

« Le pays, qui devient bas & humide, est » garni de mares & de fonds salins. Des col» lines argileuses s'élèvent au-delà du ruisseau. » Près du village d'Obanina, situé sur la rive » droite du Kourtamisch, est un autre ruis» seau, qui s'y réunit : il est entièrement à » sec en été. Le fond, situé devant ce ruisseau, » est abondamment chargé de natron. Il est » répandu comme une écume boursoufflée sur » la surface du sol qui est humide. Quoique » mêlé avec du sel de glauber (1), il renferme

(1) Il paroît que ce prétendu sel de glauber est du vitriol de magnésie, puisqu'en le décomposant avec

» tant d'alkali, qu'il fait une très-forte effer-
» vefcence avec les acides. On trouve beau-
» coup de places chargées de ce fel jufqu'à
» Kiflaïa-Dérevna. Il y a un vafte fond au-
» delà du Kourtamich, qui commence près
» d'Obanina. Son fol eft richement imprégné
» de natron & de fel de glauber. Prefque tous
» les diftricts falins, qui s'étendent entre le
» Tobol, l'Ifchim & l'Irtich, font chargées
» de fel amer, ou de fel marin, plus ou moins
» riches en natron. Au printems, ces fels for-
» tent de terre fous forme d'une bouillie ou
» écume blanche très-mouillée, qui fe deffè-
» che, & devient une farine blanche comme
» la neige, lorfque le tems eft fec.... J'ai
» obfervé que lorfqu'on creufe dans ces places
» falines, à quelque profondeur que ce foit,
» on ne trouve que du fable, fous lequel eft
» une terre glaife jaune & vifqueufe, ou une
» argile noirâtre & compacte, feulement im-
» prégnée de fel à fa furface..... ». *Voyages de Pallas, tom. III, in-4°, p. 38, trad. franç.*

Toutes les plaines du Baraba contiennent des fels femblables, & un grand nombre de lacs pleins d'eaux falées.

---

l'alkali du tartre, on en tire de la magnéfie. *Tom. V, pag. 200, à la note.*

« Les environs du Baïkal & les contrées » ſituées au-delà ſont montagneux, dit le même voyageur, tom. IV, pag. 360; » ils ſont ce- » pendant auſſi abondans en ſel de glauber & » en natron que les déſerts de l'Iſeth, d'Iſ- » chimi, & de Barabinskoï. On a découvert, » il y a pluſieurs années, de gros amas de ſel » de glauber dans les lacs qui avoiſinent la » forge de Lamina, au nord du Baïkal, où » les pharmaciens Ruſſes ſe fourniſſent en » partie. On exploite le ſel amer des couches » ſouterreines des lacs deſſéchés d'Ourounſ- » koï, près de Bargouſſin. Il exiſte de nom- » breux fonds de ſel amer près de la Sélenga, » du Chilok, du Tchikoï, de l'Onon, de » l'Argoun, dans toute la Mongolie, & ſur- » tout dans les hautes landes de Gobée, qui » ſont remplis de lacs de cette nature. On ne » peut trop admirer la richeſſe de la Sibérie en » ſels ».

Il y a auſſi une très-grande quantité de ſel marin & de ſel de glauber dans les lacs de Gourief, ſur les bords de la mer Caſpienne, proche de l'embouchure de l'Iaïk ou Oural, ainſi que ſur ceux du Volga.

On retrouve encore, ſur les bords de la Samara, des plaines & des lacs qui contien-

nent beaucoup de ſel marin & de ſel de glauber.

Cette quantité de ſel de glauber, qui exiſte dans ces contrées, me paroît tenir à une cauſe particulière, en ſuppoſant que ce ſel de glauber ne ſoit pas du vitriol de magnéſie. Nous avons vu que ces ſels ſe trouvent aſſez volontiers ſur des ſols argileux. Or l'argile contient, le plus ſouvent, de l'acide vitriolique, qui aura décompoſé le ſel marin pour en former du ſel de glauber, ou vitriol de natron.

Quant au natron, qui eſt aſſez abondant dans ces contrées, il provient très-certainement de la décompoſition ou du ſel marin, ou du vitriol de natron.

Mais la plupart de ces prétendus ſels de glauber ſont des vitriols de magnéſie; ou ils viennent des eaux de la mer; ou ils ont été produits par la combinaiſon de l'acide vitriolique avec la magnéſie, provenant de la décompoſition des pyrites qui contiennent de la magnéſie.

On retrouve encore beaucoup de ces ſels le long du Volga, dans les steppes.

Ces mêmes ſubſtances ſalines ſe retrouvent, en Arménie, en Perſe, ſur toutes les rives de la mer Caſpienne, du lac Aral. Il y en a

même dans le grand désert de Chamo, ou Cobi.

Les steppes salins, du côté du Volga & du Don, s'étendent jusqu'à la Krimée.

On ne peut douter que cette quantité immense de substances salines n'ait été déposée par les eaux de la mer Caspienne, lorsqu'elle couvroit tous ces cantons, & communiquoit avec la mer Noire, comme nous le verrons ailleurs (§. CCCXXXI). Peut-être est-ce encore à cette mer que sont dus les sels dont nous allons parler.

La Hongrie présente aussi un grand nombre de lacs salins, qui sont situés le long de la chaîne primitive qui la traverse. Les sels qu'on y rencontre sont le vitriol de natron, des terres alumineuses, une grande quantité de natron, & du nitre. Rückert croit que ces différens sels sont mêlés dans les terres & les sables. Par-dessous ces sables, qui sont certainement des attérissemens, se trouve une argile bleue, sur laquelle l'eau coule; ces eaux viennent sortir sur terre, & y apportent les sels dont elles se sont chargées. Elles se rendent dans des espèces de mares ou de petits lacs. Ces lacs se desséchant pendant l'été, les sels cristallisent, comme dans les autres lacs que nous avons vus.

Il ſe peut que ce natron ſoit dû à la décompoſition du vitriol de natron, ou à celle du ſel marin, aſſez commun en Hongrie; enfin il croît ſur le bord de ces lacs beaucoup de kali, qui, en ſe décompoſant, doit auſſi fournir du natron.

Sans doute il exiſte de ces lacs ſalés dans un grand nombre d'endroits qui ſont encore inconnus aux naturaliſtes.

§. XCVIII. Il faut rechercher maintenant quelle eſt l'origine de ces ſels, ſoit celui qu'on trouve à la ſurface de la terre, ſoit celui qu'on trouve dans ſon ſein.

C'eſt une queſtion qui a fort occupé les géologues. Mais auparavant que de rapporter leurs opinions, nous allons parler des ſels contenus dans les eaux des mers.

Ils ſont de pluſieurs eſpèces.

1°. Le ſel marin à baſe de natron.

2°. Le ſel marin calcaire.

3°. Le ſel marin magnéſien.

4°. Le vitriol de natron.

5°. Le vitriol calcaire ou ſélénite.

6°. Le vitriol de magnéſie.

7°. La terre calcaire aérée.

Il eſt très-remarquable qu'on n'y trouve ni acide nitreux, ni alkali végétal, ni alkali am-

moniacal, ni aucun de ces alkalis avec de l'air fixe.

Cependant l'acide nitreux se trouve dans plusieurs sels, dans les terres qui sont à la surface du globe; savoir, dans les différens sels nitreux, dont sont imprégnées les terres végétales, ainsi que nous l'avons vu.

L'alkali végétal, ou potasse, se trouve dans les mêmes sels.

Il se produit aussi journellement une grande quantité d'alkali ammoniacal.

Tous ces sels doivent être dissous par les eaux pluviales & les eaux courantes qui coulent à la surface de la terre, & en lessivent les terres. Ces eaux se rendent, après un cours plus ou moins long, dans les lacs & dans les mers. Elles doivent donc y apporter ces sels nitreux, ceux à base d'alkali végétal & d'alkali ammoniacal.

Cependant l'analyse n'a jamais pu retirer des eaux de la mer aucun de ces sels. Il faut donc qu'ils soient décomposés avant que d'y arriver, ou lorsqu'ils y sont rendus. Mais c'est ordinairement avant que d'y arriver: car les eaux des fleuves ne contiennent point de nitre.

Il se présente maintenant deux questions.

1°. Quelle est l'origine du sel gemme?

2°. Quelle eſt la cauſe des ſels qui ſe trouvent dans les eaux de la mer?

Pluſieurs géologues ont ſoutenu que ces derniers venoient des mines de ſel gemme, ſur leſquels repoſoient des mers, & qui les diſſolvoient.

Mais nous avons vu que tout le globe a été diſſous primitivement par les eaux. Il faudroit donc dire que ces ſels étoient contenus dans les eaux avant la criſtalliſation des terreins primitifs; qu'ils ſe ſont dépoſés dans le ſein des eaux, & qu'enſuite ces mêmes eaux les ont rediſſous. Mais ce ſentiment ne me paroît pas pouvoir ſe ſoutenir.

Car on ne voit pas la raiſon qui eût fait d'abord dépoſer ces ſels, & enſuite les eût fait rediſſoudre une ſeconde fois. Les eaux des mers n'en ſont jamais ſaturées.

D'ailleurs, on ne trouve jamais de ces ſels dans les terreins primitifs : & cependant il n'y auroit pas de raiſon pour laquelle ils ne ſe ſeroient pas dépoſés dans ceux-ci, comme dans les ſecondaires.

On ne peut donc ſoutenir que le ſel gemme, & ceux qui ſont dans les eaux de la mer, y fuſſent contenus antérieurement à la criſtalliſation des terreins primitifs. Il faut donc en rechercher l'origine à des époques poſtérieures.

On doit encore obſerver qu'on ne trouve point de ſel gemme dans les terreins ſecondaires primitifs très-élevés, & dans leſquels il n'y a point ou peu de débris d'êtres organiſés. Mais c'eſt toujours dans des parties baſſes & dans les terreins coquilliers.

Il me paroît donc vraiſemblable que tous les ſels contenus dans les eaux de la mer, & ceux qui ſont dans des marais, dans des lacs, dans des ſables, ainſi que ceux qui ſont enfouis dans les terres, ou ſels gemmes, proviennent, 1°. de ceux qui ſe forment journellement à la ſurface de la terre, comme nous l'avons vu, & que les eaux charient dans les mers & dans les lacs; 2°. de ceux que fourniſſent les animaux marins.

Les grands lacs où ſe rendent des fleuves, & qui n'ont point d'iſſue, tels que la mer Caſpienne, la mer Morte, le lac Aral.... ſont tous ſalés, & contiennent plus ou moins de ces différens ſels; au lieu que ceux qui ſont traverſés par des fleuves conſervent leurs eaux douces, parce que les fleuves emportent ſans ceſſe les ſels qu'ils y apportent, ou qui proviennent des animaux marins.

Il faut rechercher maintenant comment les eaux auront pu dépoſer les ſels gemmes, &

ceux qui ſont à la ſurface de la terre. On en peut aſſigner pluſieurs cauſes.

§. XCIX. 1°. Nous avons vu que des eaux très-profondes peuvent ſe ſurcharger des ſels à leurs parties inférieures & les laiſſer dépoſer (§. XXI). Ceci a donc pu avoir lieu pour le ſel marin dans les mers très-profondes, & les eaux ont pu y dépoſer une certaine quantité de ſel marin.

§. C. 2°. Dans l'inſtant que les eaux des mers ſe ſont abaiſſées, elles ont formé des lacs, ainſi que nous le verrons. Si quelques-uns de ces lacs ſe tariſſent par l'évaporation de leurs eaux, tout leur ſel ſe dépoſera. C'eſt ce qui a encore lieu dans pluſieurs endroits de l'Afrique, de l'Aſie, de la Sibérie, comme nous venons de le dire. Examinons ce qui doit s'y paſſer, par exemple, dans le lac des Marques.

Ce lac a environ vingt lieues de longueur ſur une largeur conſidérable.

Il eſt ſi chargé de ſels marins, qu'il les dépoſe en été ſous forme de couches, lorſque la grande chaleur fait évaporer une partie de ſes eaux : & pour lors le lac eſt fort bas.

Dans l'hiver ſes eaux augmentent, parce que toutes celles des pluies qui tombent dans les environs s'y rendent; le lac ſe remplit. Une

partie des sels se dissout de nouveau, mais toute la masse n'est pas dissoute.

Les eaux qui y arrivent apportent des terres, des sables qu'elles charient.

Elles peuvent même y apporter des débris d'êtres organisés, s'il s'en trouve sur leur passage. Par conséquent, si des éléphans ou d'autres animaux étoient péris sur ses bords, leurs débris y seroient chariés.

Toutes ces matières ainsi entraînées couvriront les portions de sels déposés l'été précédent, & qui n'ont pas été dissoutes.

Ceci se répètant à chaque saison, on sent qu'il se déposera des couches alternatives de sels, de sables, d'argiles, ou autres matières apportées par les eaux, comme Shaw le dit.

Dans un lac aussi grand que celui des Marques, il pourra donc se former des mines de sel gemme très-étendues, & peut-être plus que celles de Wiélisca & de Bochnia, puisque ce lac a vingt lieues de longueur & une largeur de plusieurs lieues; & que par une suite de l'évaporation, ce lac se comblera à la suite des tems: il paroît même que c'est de cette manière que les salines de Pologne ont été formées. Elles sont recouvertes de sables & de terreins analogues à ceux du sol. Elles con-

tiennent des débris d'os d'éléphant...... Tout ceci paroît être l'effet d'attériffemens faits par l'eau des fleuves.

La feule difficulté qu'offre cette explication, eft de favoir comment le fel dépofé pendant l'été n'eft pas entièrement diffous par les eaux pendant l'hiver. Mais c'eft un fait certain & que nous voyons fe répéter chaque jour fous nos yeux dans le lac des Marques. Il s'agit donc feulement d'en trouver la caufe, & nous pouvons en affigner plufieurs.

1°. La quantité d'eau fournie par les pluies d'hiver peut n'être pas affez confidérable pour opérer une diffolution entière des fels dépofés.

2°. Le fel foffile eft toujours mélangé avec de l'argile & d'autres portions terreufes qui lui ôtent une partie de fa folubilité. Il faudra donc une plus grande maffe d'eau pour en diffoudre la même quantité proportionnellement. Nous avons vu que le Jibbelhadeffa, ou montagne de fel, qui eft fituée à l'extrémité orientale du lac des Marques, n'eft pas diffoute par les eaux dans la faifon des pluies; & effectivement ce fel n'eft pas pur, il eft coloré par différentes terres.

On a propofé une autre explication de la formation des mines de fel. Lors de la retraite des eaux des mers, difent plufieurs favans,

elles ont formé des lacs dont l'évaporation a laiſſé à ſec les ſels qu'elles contenoient.

Les eaux des mers, dans de nouvelles invaſions, viendront dépoſer, ſur ces ſels, de nouvelles couches plus ou moins épaiſſes de terre, de ſable. Dans ces couches pourront ſe trouver, comme dans toutes les couches ſecondaires, des débris d'êtres organiſés, tels que coquilles, madrepores, os d'éléphans....

Mais cette explication préſente deux difficultés conſidérables. La première eſt que rien ne prouve que les eaux des mers puiſſent revenir à différentes fois ſur les continens, comme nous le verrons ailleurs.

La ſeconde difficulté eſt que, dans cette hypothèſe, les eaux des mers ſeroient cenſées revenir en grandes maſſes : or, elles diſſoudroient pour lors tous les ſels ainſi dépoſés.

Je crois donc qu'il faut renoncer à cette hypothèſe.

Je ne nie cependant pas que dans quelques inondations particulières, comme celles qui ont eu lieu en Hollande & ailleurs, les eaux de la mer qui ont ſéjourné ſur les terres & qui s'y ſont évaporées, n'y aient dépoſé leur ſel, comme elles le font dans les marais ſalans. Si ces inondations avoient eu lieu pluſieurs fois, elles auroient pu ainſi produire quelques cou-

ches de fels. Mais ces effets n'ont pu être que locaux.

§. CI. Mais les falines, comme celles de Bex, paroiffent avoir été formées d'une autre manière. Le fel n'y eft point dépofé en grandes maffes. Il fe trouve mélangé avec les fubftances pierreufes & terreufes.

Il faut fuppofer que toute la montagne a été baignée par une eau falée.

Une partie de ce fel a pénétré cette montagne & a criftallifé en petits criftaux, qui fe font dépofés dans de petits vides qui s'y font trouvés. Elle s'en eft trouvée par ce moyen toute imprégnée.

Cette imprégnation a pu fe faire de deux manières.

Ou c'étoit un lac d'eau falée contenant les matières qui ont formé la montagne : & le fel a criftallifé avec ces matières.

Ou les fubftances qui forment cette montagne étoient très-poreufes, contenant des cavernes, des fentes, des vides plus ou moins confidérables. Elles étoient pénétrées des eaux de la mer ou d'un lac falé. A mefure que les eaux fe font abaiffées pour prendre le niveau actuel, les eaux de cette montagne fe font écoulées par différentes iffues. Mais elles ont dépofé la plus grande partie de leur fel, & par con-

ſéquent toute la maſſe de la montagne en a été imprégnée.

Les eaux pluviales pénétrant de nouveau cette montagne pour y former des ſources, comme dans les autres montagnes, diſſoudront une portion de ces ſels & produiront les ſources d'eaux ſalées.

On objectera peut-être que la plupart des montagnes ont des fentes, des cavernes..... & qu'ainſi elles devroient toutes contenir du ſel gemme, comme celles de Bex.

Je répondrai qu'il paroît que les eaux des mers contenoient encore peu de ſels dans le tems de la formation des premières montagnes calcaires primitives, & que ces ſels ſe ſont multipliés poſtérieurement. Il n'eſt donc pas ſurprenant qu'on en trouve peu dans ces montagnes.

D'ailleurs, il paroît que les dépôts des ſubſtances ſalines ſe ſont opérés principalement dans des lacs. Ainſi, ce ne ſera donc que dans les terreins qui formoient les baſſins de ces lacs, qu'on trouvera ces ſels.

Enfin il y a des cauſes locales qui ont fait que la montagne de Bex & autres ſemblables, ont été imprégnées de ſel marin, tandis que le reſte des montagnes de la ſurface du globe n'en contient point.

Ce ſera donc en examinant attentivement la nature de ces montagnes, leurs poſitions... qu'on pourra aſſigner quelles ſont les circonſtances locales qui auront fait dépoſer des ſels dans telles montagnes plutôt que dans les autres.

Il ſe préſente ici un phénomène très-général. Le ſel gemme ſe trouve le plus ſouvent avec du gypſe. Il y a même du ſoufre dans les ſalines de Bex.

Nous avons vu que les eaux des mers contiennent du ſel de glauber ou vitriol de natron, & de la ſélénite ou vitriol calcaire. Cette ſélénite ſe ſera dépoſée avec le ſel marin dans certaines circonſtances : ce qui aura formé ces couches de gypſe.

Le vitriol de natron aura auſſi pu être décompoſé par la terre calcaire cauſtique dans certaines circonſtances : ce qui aura ainſi produit une nouvelle quantité de gypſe.

Enfin l'acide vitriolique aura pu, par des circonſtances locales, paſſer à l'état de ſoufre & d'hépar (ou ſulfure de la nouvelle nomenclature).

14°. Le sel phosphorique calcaire & peut-être le sel phosphorique de natron, qui sont très-abondans chez les animaux.

15°. Des parties huileuses, résineuses, mucilagineuses, extractives, colorantes.....

16°. Le soufre.

Toutes ces différentes substances ne se trouvent pas dans chaque animal ou végétal; mais il y en a plusieurs.

On conclura que les différens humus varieront suivant qu'ils seront le résultat de la décomposition de telle plante ou de tel animal.

Le degré où sera parvenue la décomposition y influera également. Lorsque la décomposition ne sera pas entière, il y aura plusieurs sels, plusieurs parties huileuses, muqueuses, extractives.... qui ne seront pas entièrement décomposées. Au lieu que ces substances n'existeront plus, lorsque la putréfaction sera plus avancée.

Les sels nitreux & marin se décomposent également avec facilité.

Mais l'acide phosphorique, si abondant surtout chez les animaux, résistera davantage. Aussi le retrouve-t-on souvent dans les produits de la décomposition des animaux.

C'est cet acide phosphorique qu'on retrouve

dans

dans le phosphate calcaire de l'Estramadure, dans le fer limoneux ou sydérite...... mais néanmoins il se décompose aussi, & il fournit l'air inflammable phosphorique des fontaines brûlantes.

L'acide vitriolique se décompose aussi quelquefois. Mais on peut néanmoins le retrouver dans quelques produits de décomposition.

Tous ces différens résultats fourniront les variétés de *l'humus pur*, qui est produit par la décomposition des plantes & des animaux.

Mais l'humus ordinaire est un mélange de celui-ci avec les différentes terres, où s'opère cette décomposition des substances végétales & animales à la surface de la terre.

Il faut bien observer que cette décomposition des différentes parties des végétaux & des animaux, donne une immense quantité des différens airs, sur-tout d'air fixe. Nous verrons bientôt l'emploi que la nature fait de cet air fixe.

DES TERRES.

§. CIII. Rien ne pourroit plus avancer la géologie & la minéralogie, que des notions

exactes sur la nature des terres. Mais l'analyse ne nous a encore donné que de légers apperçus à cet égard.

Elle nous a indiqué cinq espèces principales de terres.

1°. La quartzeuse.

2°. L'argileuse.

3°. La calcaire.

4°. La magnésienne.

5°. La pesante ou la barytique.

Il faudra y en ajouter trois nouvelles, si les expériences qu'on a faites à cet égard se confirment.

6°. La terre circoniène ou terre du Jargon, que Klaproth soupçonne être différente des autres terres.

7°. La terre corrindoniène ou terre du Corrindom, ou spath adamantin, à laquelle Klaproth a cru reconnoître des qualités nouvelles.

8°. La terre de Sidney (1).

Peut-être ces trois dernières terres ne sont-elles que des modifications des autres. Peut-être en sont-elles différentes, & qu'on en re-

(1) C'est une terre que Weedgewood a retirée des argiles qu'on lui avoit envoyées de la nouvelle Hollande, & à laquelle il avoit trouvé des propriétés qui lui ont fait soupçonner que c'étoit une terre nouvelle.

connoîtra encore d'autres, particulièrement dans les gemmes.

Mais quelle est la nature de ces terres?

N'y a-t-il qu'une terre primitive dont toutes les autres sont des modifications, comme l'ont cru plusieurs savans chimistes?

Ou chacune de ces terres est-elle un être élémentaire particulier?

Ou toutes ces terres sont-elles des corps composés?

La chimie ne peut encore résoudre ces problêmes difficiles : & nous n'avons que des analogies éloignées à présenter.

Nous savons que les forces de la végétation peuvent produire toutes ces différentes espèces de terres; puisque, comme nous venons de le voir, on retire des végétaux de la terre calcaire, de la terre magnésienne, de la terre argileuse, de la terre quartzeuse, & peut-être de la terre pesante.

Ces mêmes terres se retrouvent chez les animaux, où elles sont également produites.

Il paroît donc que toutes les terres peuvent être produites par les forces vitales chez les êtres organisés.

Dès-lors on ne sauroit les regarder comme des êtres simples.

C'eſt à peu-près à quoi ſe bornent nos connoiſſances ſur ces objets.

Ces apperçus ſont confirmés par d'autres analogies.

La terre calcaire a un grand nombre de propriétés des alkalis. Ceux-ci ſont produits comme elle, par l'action des forces vitales chez les végétaux & les animaux. Ils ſont compoſés de différens airs, d'eau, de feu. L'analogie pourroit donc faire croire que la terre calcaire eſt formée à peu-près des mêmes principes.

On en peut dire autant de la magnéſie, qui a auſſi beaucoup de rapports avec les alkalis.

La terre argileuſe eſt en partie ſoluble dans l'eau : ce qui eſt un rapport avec les alkalis, la terre calcaire & la magnéſie.

La terre quartzeuſe eſt produite en grande quantité chez les végétaux, & elle a beaucoup de qualités des autres terres.

Nous ne connoiſſons point les procédés de la nature pour la formation de toutes ces terres. Celles des terreins primitifs ont été formées avant la criſtalliſation du globe. Mais celles qui l'ont été poſtérieurement par l'action des forces vitales chez les êtres organiſés, doivent l'être à peu-près des mêmes principes que les ſubſtances ſalines avec leſquelles elles ont tant d'a-

nalogie. Elles auront donc pour principes les différens airs, l'eau, le feu, la matière de la lumière, les fluides électrique, magnétique...

Nous en devons tirer deux conséquences intéressantes :

1°. Que les terres formées avant la cristallisation du globe, l'ont été des mêmes principes que celles-ci.

2°. Que la production nouvelle de ces terres, postérieurement à la formation du globe, doit en augmenter la masse, puisqu'il s'y combine des portions plus ou moins considérables des grands fluides de l'univers, la matière de la lumière, celle de la chaleur, les fluides électriques, magnétique.....

Peut-être y a-t-il de ces terres formées dans les nitrières, & dans les terres végétales, comme s'y produisent toutes les substances salines. Il y a long-tems que j'ai dit que la grande quantité de magnésie qu'on trouve dans les eaux-mères du nitre, me fait soupçonner qu'il y a une nouvelle production de cette terre dans les nitrières.

Mais, sans entrer dans de plus grands détails sur la nature des terres & leur formation, examinons-les, telles que la nature les emploie dans la production des minéraux.

DE LA TERRE QUARTZEUSE.

§. CIV. La terre quartzeuſe ne ſe rencontre point en maſſe dans la nature, ſous forme terreuſe. Pour l'obtenir, on prend du quartz très-pur, qu'on réduit en poudre, & qu'on fond en le mêlant avec de l'alkali. On obtient du verre.

Si on ne met qu'une certaine quantité d'alkali, par exemple, moitié du poids du quartz, on a un verre ſolide & plus ou moins dur.

Mais, ſi on y ajoute une plus grande quantité d'alkali, par exemple, trois ou quatre parties contre une de quartz, on a un *verre déliqueſcent*, & qui ſe diſſout dans l'eau. C'eſt ce qu'on appelle mal-à-propos *liqueur des cailloux*, *liquor ſilicum*. Je lui donne le nom de *verre déliqueſcent*.

Si ce verre eſt un peu moins liquide, il forme une gelée blanche & tranſparente, qui ſe tient ſuſpendue dans l'eau ſous forme floconeuſe.

Dans l'inſtant de la fuſion, la matière ſe bourſouffle, & il ſe dégage beaucoup de fluide aériforme.

Une partie de ce fluide eſt de l'air inflammable & de l'air impur, qui paroiſſent provenir de la décompoſition d'une portion de

l'alkali, comme nous le verrons (§. CXXIX).

L'autre portion de ce fluide est de l'air fixe, qui paroît provenir du quartz.

Si on verse un acide dans ce verre déliquescent, il s'empare de l'alkali. Il se forme un précipité blanc, qui est la terre quartzeuse pure.

En continuant d'ajouter de l'acide, la terre quartzeuse est dissoute par cet acide, & elle disparoît de nouveau. Pott est un des premiers qui ait observé ce phénomène. Voici l'explication qu'il en donne. « La terre précipitée, de » vitrifiable & insoluble par les acides qu'elle » étoit auparavant, est devenue alkaline ; car » elle se dissout dans les acides ». *Lithog. tom. I, p.* 174.

Tous les acides, même les plus foibles, tel que celui du vinaigre, dissolvent la terre quartzeuse.

L'air fixe, étant un acide, la dissout également (1).

---

(1) Bergman l'a déjà dit en parlant des terres géoponiques : *Verò etiam non dissimile est acidum aereum, si diù supra terra silicea commoratur, in ea solvenda quidquam valere; tunc saltem si aliæ terræ, calcarea nempè vel argilacea, simul adsunt, quæ acidum aereum avidè absorbent.* Opusc. tom. V, p. 83.

Si on neutralise une seconde fois ces acides par un alkali, le précipité reparoîtra.

Mais en employant l'alkali caustique, & le mettant en excès, cet alkali redissoudra la terre précipitée, qui disparoîtra de nouveau.

L'alkali aéré ne produit point le même effet, parce que son air fixe se combine avec la terre quartzeuse.

C'est cette terre, dégagée du verre déliquescent, soluble dans les acides, ainsi que dans les alkalis caustiques, qu'on appelle terre quartzeuse pure, terre quartzeuse *caustique*. Ce dernier nom lui a été donné, parce qu'il est possible qu'elle contienne, ainsi que la chaux caustique, la matière de la chaleur, l'*acidum pingue*. Mais je lui donnerai le nom de terre quartzeuse, pour la distinguer du quartz, qui est un sel formé de cette terre & d'un acide.

Cette terre quartzeuse est soluble en partie, dans l'eau, comme les autres terres, & s'y tient suspendue. En précipitant le verre déliquescent, on n'a qu'à procéder lentement, on verra la terre quartzeuse demeurer suspendue dans la liqueur, sous forme floconeuse.

La nature nous offre souvent la terre quartzeuse en dissolution par l'eau. Mais c'est or-

dinairement par l'intermède d'une autre subſtance.

Les eaux chaudes jailliſſantes d'Iſlande tiennent de la terre quartzeuſe en diſſolution; & en ſe refroidiſſant, elles la laiſſent dépoſer ſur les lieux où elles tombent. On ignoroit qu'eſt-ce qui tenoit cette terre ainſi diſſoute. Black a analyſé ces eaux, & a fait voir qu'elles contenoient un véritable verre déliqueſcent (liqueur des cailloux). Il a fait ſes expériences ſur les eaux de Ruikum & de Geyſer, deux des principaux jets.

Dix mille grains d'eau de Ruikum lui ont donné une petite portion de gaz hépatique.

Alkali minéral cauſtique . .	0,95.
Terre argileuſe	0,05.
Terre quartzeuſe	3,72.
Sel marin	2,90.
Sel de glauber	1,28.

Dix mille grains d'eau de Geyſer lui ont donné une petite portion de gaz hépatique.

Alkali minéral cauſtique . .	0,95.
Terre argileuſe	0,48.
Terre quarzeuſe.	5,40.
Sel marin	2,46.
Sel de glauber	1,46.

On peut ſuppoſer deux choſes ; ou

1°. Ce verre déliqueſcent (cette liqueur des cailloux) a été formé dans le foyer du volcan par du natron & de la terre quartzeuſe qui s'y ſont rencontrés & ont été fondus : de l'eau diſſolvant enſuite ce verre, l'entraîne avec elle, & va former ces jets d'eaux bouillantes.

2°. Ou ce verre (cette liqueur des cailloux) auroit été fait par la voie humide. Suppoſons de la terre quartzeuſe dans l'état où elle ſe trouve lorſqu'elle a été précipitée du verre déliqueſcent par un alkali cauſtique, ou du natron cauſtique. Si ces deux ſubſtances ſe rencontrent, elles ſe diſſolveront.

L'eau chaude de Lu, dans le Monferrat, contient également de la terre quartzeuſe en diſſolution avec du gaz hépatique & de la terre calcaire.

La terre quartzeuſe peut néanmoins être tenue en diſſolution par des eaux qui n'ont pas un degré de chaleur ſupérieur à celui de la température ordinaire. C'eſt ce que prouve un grand nombre de faits.

§. CV. On voit ſe former journellement les agates dans les terreins volcaniques. Il eſt même des phyſiciens qui prétendent que les agates mouſſeuſes contiennent des vraies plantes.

On trouve, dans les couches calcaires coquillières, plusieurs coquilles changées en agates ou silex.

Or ce changement n'a pu s'opérer qu'à une époque où les eaux des mers n'avoient guère plus de chaleur qu'aujourd'hui. Peut-être même, & il est plus vraisemblable, que ce changement ne s'est opéré qu'après la retraite des eaux.

On trouve également, dans ces couches, des cristaux de quartz. Souvent les chambres des cornes d'ammon contiennent du quartz cristallisé.

Il faut donc que cette terre quartzeuse ait été dissoute par les eaux à une température qui n'étoit pas au-dessus de celle d'aujourd'hui.

Je suppose que des eaux chargées d'air fixe transsudent à travers ces couches, & y rencontrent de la terre quartzeuse, semblable à celle qui se trouve dans le verre déliquescent. Ces eaux dissolvent cette terre, comme le font tous les acides, & la déposent de là même manière qu'elles déposent le spath calcaire, lorsqu'elles ont dissous la terre calcaire, au lieu de terre quartzeuse.

Il reste à rechercher comment la terre quartzeuse pure peut se trouver dans les lieux où se

forment ces agates, ces silex, ces quartz, & d'où vient l'air fixe qui s'y combine.

Les agates se trouvent presque toujours dans les matières volcaniques, comme en Ecosse, à Oberstein . . .

Or, dans les volcans, la terre quartzeuse a été fondue avec des matières calcaires, peut-être avec du natron provenant de la décomposition du sel marin, & a formé du verre déliquescent, qui laisse la terre quartzeuse pure, ou à l'état de causticité.

Les craies, les couches coquillières, les coquilles elles-mêmes, sont des débris d'êtres organisés.

Les bois fossiles contiennent aussi souvent des cristaux de quartz.

Or nous avons vu que les forces vitales, chez les animaux & chez les végétaux, produisent de la terre quartzeuse. Cette terre quartzeuse doit d'abord être pure.

L'origine de l'air fixe, nécessaire pour saturer cette terre, est facile à trouver.

Les eaux qui coulent à travers les terreins volcaniques sont très-souvent chargées d'air fixe, provenant de la décomposition des pyrites.

Les parties molles des animaux qui habi-

tent ces coquilles, donnent de l'air fixe en se décomposant.

Les bois, en se pétrifiant, donnent de l'air fixe, parce qu'il y en a une portion qui se putréfie.

Enfin, toutes les eaux qui coulent à la surface du globe contiennent de l'air fixe.

Nous retrouvons donc les deux élémens du quartz.

1°. La terre quartzeuse pure.

2°. L'air fixe.

Ces deux substances se combinent & cristallisent sous forme de quartz, si la terre est assez pure : si elle ne l'est pas assez, elles forment des silex, des agates, des calcédoines.

Ces cristaux formés deviennent insolubles dans l'eau, comme les autres cristaux pierreux, les spaths calcaires, les fluors, les appatits...

DE LA TERRE ARGILEUSE.

§. CVI. La terre argileuse la plus pure que nous connoissions, est celle que l'on retire de l'alun. Pour l'obtenir, on dissout de l'alun dans l'eau : & en versant dans cette dissolution un alkali caustique ou aéré, on a un précipité abondant, spongieux, floconeux,

& demi-transparent. C'est la terre alumineuse. Elle est très-blanche, a le liant & la ténacité de l'argile, son onctuosité, enfin elle en possède toutes les qualités. Aussi les chimistes la regardent-ils comme la terre argileuse la plus pure. Cependant elle a quelques propriétés différentes de celles de l'argile qu'on retire du sein de la terre, & qu'il est bien essentiel de remarquer.

Lorsqu'on verse un acide dans la liqueur où s'est fait le précipité de la terre alumineuse, elle est aussi-tôt redissoute : & si on a employé l'acide vitriolique, & qu'on fasse cristalliser, on obtient du nouvel alun.

L'alkali caustique dissout également cette terre. Car si on précipite l'alun par l'alkali caustique, & qu'on ajoute un excès d'alkali, on voit le précipité disparoître. Il est entièrement dissous par l'alkali. On le fera reparoître en saturant l'alkali par un acide.

J'ai voulu essayer si la terre calcaire caustique ou chaux vive produiroit le même effet sur la terre alumineuse que l'alkali caustique. En conséquence, dans une dissolution d'alun, j'ai versé de l'eau de chaux. Il y a eu un précipité abondant, qui étoit composé, 1°. de terre alumineuse, qu'il est facile de reconnoître à sa nature; 2°. du gypse ou de la sélénite qui est

presque insoluble. J'ai ajouté de la nouvelle eau de chaux. Il n'a pas paru que la terre alumineuse ait été dissoute.

J'ai répété l'expérience d'une autre manière : j'ai précipité la terre alumineuse par l'alkali caustique, & j'ai ensuite versé de l'eau de chaux. La terre alumineuse n'a pas été dissoute. Il ne paroît donc pas que l'eau de chaux puisse dissoudre cette terre alumineuse.

Mais si, après avoir précipité la terre alumineuse par un alkali caustique, on décante la liqueur, & qu'on jete le résidu sur un filtre après l'avoir lavé en grande eau, il demeure sur le filtre une masse qui a quelque ressemblance avec l'amidon, & a de la demi-transparence. Je l'ai fait dessécher avec beaucoup de précaution à une chaleur douce, & sous des cloches, afin qu'il n'y tombât aucune impureté : j'ai obtenu une masse d'argile transparente comme la gomme arabique, ayant à peu-près sa dureté.

Cette demi-transparence qu'a cette terre, soit lorsqu'elle est dans l'eau, soit lorsqu'elle est desséchée, annonce une véritable dissolution.

On peut donc regarder comme certain que la terre alumineuse pure est vraiment soluble dans l'eau, non pas à la manière des substances salines, mais comme les substances glutineuses.

Une des propriétés les plus remarquables de la terre argileuſe & de la terre alumineuſe, eſt d'être pénétrée par l'eau, d'en être diſtendue; elle en eſt gonflée au point de s'y tenir tellement ſuſpendue, qu'elle ne ſe précipite point. J'en ai gardé des mois entiers ſans qu'elle ſe précipitât.

Cette terre réunie ſur le filtre & miſe en maſſe, éprouve une retraite conſidérable en ſe deſſéchant. Cette retraite augmente encore ſi on fait chauffer cette terre. Et elle peut aller à plus de moitié de ſon volume, ſi on la pouſſe à un grand feu, ſans cependant la vitrifier. Weedgewood a prouvé, dans la conſtruction de ſon pyromètre, qu'une argile pure aſſez deſſéchée pour faire des petits cubes ſolides, perdoit la moitié de ſon volume lorſqu'on la chauffoit à un feu très-vif, ſans qu'il fût capable de la vitrifier.

J'ai cependant vitrifié cette argile de Weedgewood, & d'autre argile très-pure, en animant le feu par un courant d'air pur. Elle donne un émail blanc.

Le feu donne un tel degré de dureté à l'argile, qu'elle peut tirer des étincelles du briquet.

Si on réduit en poudre cette argile ainſi chauffée, elle n'eſt pas pénétrée par l'eau, ne

ne s'y gonfle plus, & n'y acquiert pas la densité & la tenacité particulières à l'argile humectée. Néanmoins en la laissant long-tems exposée à l'air & à l'humidité, elle reprend peu-à-peu ses premières qualités, & redevient de la véritable argile.

Cette qualité qu'a l'argile d'être pénétrée par l'eau, d'en être gonflée & d'acquérir beaucoup de volume, lui est particulière. Les autres terres ne présentent rien de semblable. Elle tient sans doute à la nature de cette terre.

C'est à cette qualité qu'a l'argile d'être pénétrée par l'eau, que je crois devoir attribuer sa tenacité & sa ductilité. Je pense que c'est une *espèce de dissolution* semblable à celle des substances caseuses & glutineuses, qui sont également pénétrées par l'eau, sans en être entièrement dissoutes & ont la même tenacité.

Mais cette espèce de dissolution est suffisante pour donner lieu à la force d'affinité des parties de ces substances d'agir : elles s'attirent & s'adhèrent avec une certaine force. Cette force augmente à mesure que la dessication dissipe les parties de l'eau qui les tiennent distendues.

C'est par cette force d'adhésion que l'ar-

gile, particulièrement lorsqu'elle a été chauffée, acquiert cette grande dureté. On sait que les Chinois composent avec de la pâte de ris, c'est-à-dire, sa partie glutineuse desséchée, une espèce de stuc qui a beaucoup de dureté.

L'argile a tant d'adhérence avec l'eau, qu'on ne sauroit l'en dépouiller par la simple dessication. Aussi n'acquiert-elle que peu de dureté par ce moyen. Tous les dépôts purement argileux n'ont jamais une dureté considérable. Il faut donc l'action d'un feu supérieur pour surmonter cette affinité, & faire dissiper l'eau.

La terre alumineuse, sous cette forme, ne contracte pas adhérence avec une autre terre qui est également pure. Bergman rapporte l'expérience suivante de Schéele, & dit : « La » terre précipitée de l'alun par l'alkali caustique, & jetée dans l'eau de chaux, perd » bientôt sa figure spongieuse & sa transpa- » rence. Elle blanchit & se condense en pré- » cipitant la chaux de l'eau qui la tenoit en » dissolution, & forme avec elle une nouvelle » combinaison, qui ne peut être détruite que » par des moyens chimiques », *Sciagraphie*, §. *CIII.*

J'ai répété cette expérience, & j'ai obtenu le

même résultat que Schéele. Mais ce précipité n'acquiert pas de dureté. On ne peut néanmoins séparer ces deux terres que par des procédés particuliers.

La terre argileuse est très-commune dans la nature. On la trouve en masse faisant des couches plus ou moins épaisses dans les terreins secondaires. Elle est le plus souvent colorée, particulièrement par les chaux de fer. Elle contient ordinairement une portion de terre quartzeuse. Les autres terres y sont aussi quelquefois mélangées.

La terre argileuse se trouve aussi dans les terreins primitifs, mais en moindre quantité. J'en ai rencontré quelquefois entre les masses de granits les plus dures. Elle n'avoit que l'épaisseur de quelques lignes, & sa tenacité étoit très-grande & supérieure à celle de l'argile ordinaire.

Ces argiles qu'on rencontre ainsi, soit dans les terreins primitifs, soit dans les terreins secondaires, quoiqu'ayant à peu-près les mêmes qualités que la terre alumineuse, en diffèrent cependant à un certain point. Elles ne se dissolvent ni dans les acides, ni dans les alkalis caustiques, avec la même facilité que la terre alumineuse.

On ignore encore d'où naît cette différence

entre la terre alumineuse & les argiles qui paroissent les plus pures. Ces dernières seroient-elles combinées avec l'air fixe ou quelqu'autre principe ?

DE LA TERRE CALCAIRE.

§. CVII. La terre calcaire pure est ce qu'on appelle communément la chaux vive ou la terre calcaire caustique.

Contient-elle un principe particulier, qui seroit la matière du feu combinée, le *causticum de Meyer*, comme je le pense ? ou est-elle la terre calcaire pure ?

Il nous suffit ici de savoir que cette terre à l'état de causticité est soluble dans l'eau, mais en assez petite quantité. Il faut 700 parties d'eau pour en dissoudre une de chaux. La dissolution est limpide comme celle d'un sel.

Si on met un morceau de chaux dans l'eau, elle s'y combine avec dégagement de chaleur: une portion est dissoute, & celle qui ne l'est pas demeure au fond du vase sous forme d'une masse blanche, pâteuse, & sans consistance.

Cette dissolution de terre calcaire caustique ou eau de chaux exposée à l'air, se combine avec de l'air fixe, & il se forme à sa surface une pellicule qu'on appelle *crême de chaux*, & qui n'est que du spath calcaire.

On ne trouve point de terre calcaire caustique en masse dans les terreins primitifs.

L'opinion la plus répandue dans ce moment parmi les chimistes, est que la terre calcaire qui fait principe des substances des terreins primitifs, y est pure ou à l'état caustique. Mais ce sentiment ne me paroît pas prouvé, comme je le ferai voir.

La terre calcaire pure s'est rencontrée quelquefois dans les terreins secondaires.

Wallerius dit que sur les côtes de Maroc, on a retiré du fond de la mer, de la chaux native avec la sonde. Cette chaux peut être due à un accident, comme un bâtiment chargé de chaux & submergé, ou être le produit de feux souterreins, très-abondans dans ces régions.

Monnet dit avoir trouvé de la chaux naturelle dans les volcans de la haute Auvergne. Son origne n'est pas douteuse. Elle est le produit des volcans.

Des eaux chaudes, comme celles de Saint-Philippe, peuvent contenir de la terre calcaire pure. La chaleur des pyrites qui est la cause de celle de ces eaux, aura été assez considérable pour calciner quelques portions de chaux.

Laumont parle aussi d'une fontaine à Savo-

rières, près Tours, qui contient de la chaux pure.

La terre calcaire ne se trouve donc le plus souvent dans la nature que combinée avec quelqu'acide, & ordinairement sous forme de pierres, comme sont les marbres, les gypses....

Il n'y a que la craie des terreins secondaires qui ait une apparence terreuse. Mais en l'examinant de plus près, on y reconnoît déjà un commencement de cristallisation. D'ailleurs, la craie n'est pas la terre calcaire pure, elle y est combinée avec l'air fixe.

DE LA TERRE MAGNÉSIENNE.

§. CVIII. Cette terre pure est en partie soluble dans l'eau, & y forme des flocons comme la terre alumineuse.

J'ai dissous de la magnésie dans l'acide marin & l'ai précipitée par le natron caustique. Le précipité a été spongieux, blanc, quoique pas aussi floconneux que celui de la terre alumineuse. Il se soutient dans l'eau sans se précipiter. J'en ai tenu ainsi pendant plus d'un mois. Il a également une demi-transparence.

J'ai décanté une partie de l'eau de dessus ce précipité, & l'ai lavé dans beaucoup d'eau pure; le tout a été jeté sur un filtre. Il est resté sur le filtre une masse qui avoit l'apparence

d'une espèce de mucilage épais & demi-transparent.

Desséchée à une douce chaleur avec précaution, & recouvert d'un bocal pour que la poussière ne s'y mêlât pas, j'ai obtenu une masse demi-transparente & qui avoit peu de solidité.

Ce défaut de solidité vient de la grande affinité de cette terre avec l'eau. Elle ne sauroit par conséquent cristalliser sous cette forme.

On peut donc assurer que la terre magnésienne pure, ou caustique, est soluble dans l'eau.

Je ne sache pas qu'on ait rencontré dans la nature, la terre magnésienne pure. Il seroit cependant possible qu'on en trouvât, comme on a trouvé de la chaux.

Cette terre est ordinairement combinée dans les différentes pierres, sur-tout dans les pierres magnésiennes.

On trouve cependant quelquefois dans les terreins secondaires de la magnésie sous forme d'une terre blanche très-fine. On la rencontre dans cet état, aux environs de Paris; mais elle est combinée avec l'air fixe.

DE LA TERRE PESANTE OU BARYTIQUE.

§. CIX. Cétte terre paroît avoir de grands rapports avec les chaux métalliques : & l'analogie ne permet guère de douter qu'il ne faille la ranger dans cette classe. Cependant on n'a encore pu en retirer aucune substance métallique.

J'ai fait dissoudre de cette terre dans l'acide marin, & l'ai précipitée par l'alkali caustique. J'ai obtenu un précipité floconneux à peu-près comme celui des chaux de fer. Il étoit presque blanc. Au bout de quelques jours il est devenu jaunâtre, brun, & a toujours demeuré suspendu dans l'eau, comme celui de la dissolution de fer précipité par l'alkali caustique.

Ce précipité lavé dans beaucoup d'eau, jeté sur un filtre & desséché, se comporte comme les chaux métalliques & ne contracte point d'adhérence.

La terre pesante n'a pas encore été trouvée pure dans la nature. Elle est toujours combinée ou avec l'acide vitriolique sous forme de spath pesant vitriolique, ou avec l'air fixé sous forme de spath pesant aéré.

DES CHAUX DE FER.

§. CX. Ces chaux se trouvent dans presque toutes les terres, & y jouent le rôle des terres simples. C'est sous ce rapport que je vais en parler.

J'ai fait dissoudre du fer dans l'acide vitriolique & l'ai précipité par l'alkali caustique. La chaux de fer a été précipitée sous forme floconneuse d'un vert foncé, & s'est soutenue dans la liqueur, en interceptant l'accès de l'air.

Mais en laissant le vase découvert, & exposé à l'air, cet air est attiré par la chaux métallique qui perd sa couleur verte, & devient peu-à-peu d'un jaune rouge. Dans cet état elle se précipite & adhère fortement aux parois du vase, & autres corps qu'on expose dans la liqueur.

Je ferai voir que c'est à ces différents états du fer qu'est due la couleur de la plupart des pierres (§. CLXXIII).

§. CXI. Tous les faits que nous venons de rapporter, prouvent que les cinq terres simples & les chaux de fer sont en partie solubles dans l'eau, lorsqu'elles sont pures, ou au moins précipitées de leurs dissolvans par des alkalis caustiques. Elle s'y tiennent suf-

pendues sous une forme plus ou moins floconneuse, plus ou moins spongieuse. Quelques-unes même, comme la terre calcaire pure, y sont absolument solubles. Plusieurs autres de ces précipités étant desséchés, donnent une masse demi-transparente; tels sont les précipités d'argile & de magnésie.

Un corps qui est dans un état de dissolution, cristallise toujours, lorsque le dissolvant perd de son énergie par une cause quelconque. Il paroîtroit donc que ces terres ainsi dissoutes pourroient cristalliser seules, soit en faisant évaporer l'eau, soit d'une autre manière quelconque. Néanmoins nous avons vu qu'on n'a pu, jusques ici, les amener à un état de cristallisation.

Est-ce parce qu'elles ont une trop grande affinité avec l'eau? c'est ce que je crois. Les alkalis caustiques ne cristallisent jamais.

Au moins on ne peut pas douter que chacune de ces terres n'ait une force propre. Car toute dissolution suppose cette force propre dans les parties du corps dissous. Cette force se trouvant inférieure à celle du corps dissolvant, cède, & chaque partie se trouve séparée. Mais aussi-tôt que l'action de ce dissolvant cesse ou diminue, la force des parties du corps dissous agit de nouveau. Chacune de ces

parties se rapproche par leur affinité & forme un corps solide, qui, le plus souvent, est susceptible d'affecter une forme régulière & de cristalliser.

La force propre de l'argile dissoute lui fait contracter une assez grande dureté lorsqu'elle est desséchée. Mais on n'a encore pu l'obtenir cristallisée. Il en est de même de la magnésie....

§. CXII. Ces terres ont un autre dissolvant que l'eau : c'est le feu. Lorsqu'elles éprouvent un grand degré de chaleur, elles fondent & forment des verres solides, comme nous l'avons vu.

Puisque toutes ces terres fondent seules, il paroît probable qu'on pourroit parvenir à les faire cristalliser, comme les métaux, le soufre, le phosphore.... car toutes ces terres ont une force propre; & la fusion ou vitrification n'est qu'une dissolution par le feu.

Mais le verre ne contient-il pas quelque principe étranger aux terres, par exemple, la matière du feu? nous n'avons aucun fait qui prouve que la matière du feu ou de la chaleur fasse partie du verre, quoique je croye la chose très-vraisemblable. On doit donc regarder le verre comme une cristallisation confuse de ces différentes substances opérée par l'action du feu

qui les a dissoutes. Quelquefois même le verre alkalin, formé avec le quartz & la soude, cristallise régulièrement en prisme hexaèdre.

J'ai des scories vitreuses, des mines de fer du ci-devant Dauphiné, qui sont cristallisées en octaèdre. Peut-être est-ce la portion ferrugineuse qui leur donne cette forme octaèdre, si commune aux différentes chaux de fer.

Il faut examiner maintenant la manière dont ces différentes terres se sont comportées dans la formation du globe.

§. CXIII. Elles se sont toutes combinées pour former des pierres dans les terreins primitifs. Car ce sont les pierres qui paroissent former toute la masse de ces terreins. Par-tout on y rencontre de la pierre. Les lieux les plus profonds où on ait pu pénétrer, n'offrent que des pierres.

On en doit excepter quelques portions d'argile qui s'y trouvent sous forme terreuse.

Il paroît que lors de la réunion de tous les élémens qui ont formé notre globe, & avant sa cristallisation, toutes ces différentes terres étoient à l'état de pureté; savoir :

La terre quartzeuse.

La terre argileuse.

La terre calcaire.

La terre magnéſienne.

La terre peſante.

La chaux de fer.

Toutes ces ſubſtances étoient diſſoutes, & ſuſpendues dans la maſſe des eaux.

Elles y étoient mélangées avec les différens airs & les différentes ſubſtances ſalines & métalliques dont nous avons déjà parlé.

Quelques-unes de ces terres ſe combinèrent ſeules avec un acide, & formèrent différentes pierres, telles que les pierres calcaires primitives, le quartz, le ſpath fluor, les ſpaths peſants, vitrioliqué ou aéré....

Mais le plus ſouvent pluſieurs de ces terres & de ces chaux métalliques ſe combinèrent enſemble pour former ce que j'appelle les pierres compoſées de pluſieurs terres, ſavoir :

Les pierres quartzeuſes.

Les gemmes.

Les ſchorls.

Les pierres magnéſiennes.

Les pierres argileuſes.

Les naturaliſtes & les chimiſtes ſont partagés ſur le procédé que la nature emploie dans la formation de ces pierres.

Nous avons vu que chacune de ces terres

a une force propre, & que néanmoins, dissoute dans l'eau, elle ne peut cristallifer ni même acquérir de solidité.

Nous ne les trouvons point dans la nature dissoutes par le feu, excepté, peut-être, dans les matières volcaniques; encore y sont-elles toujours mélangées plusieurs ensemble.

Chaque chaux métallique est assez facilement dissoute par le feu, & donne un verre plus ou moins solide.

Chaque terre seule, au contraire, n'est dissoute par le feu que lorsque son action est des plus violentes.

Mais plusieurs de ces terres réunies sont dissoutes par le feu avec facilité, & fondent à une assez douce chaleur. Elles se servent donc mutuellement de dissolvans.

La terre quartzeuse, si difficile à fondre par elle-même, fond facilement lorsqu'elle est mélangée avec la chaux & l'argile.

La terre alumineuse ou argileuse, mêlée avec la terre calcaire & la chaux de fer, fond avec facilité.

La magnésie mêlée avec la terre quartzeuse, la terre argileuse, la terre calcaire, la chaux de fer, fond avec beaucoup de facilité. L'amianthe est composée de ces espèces de terres,

& ses fils fondent à la flamme seule d'une bougie.

Toutes ces terres ainsi dissoutes par le feu, acquièrent donc une certaine dureté & forment des verres plus ou moins solides. Elles agissent les unes sur les autres & se servent mutuellement de dissolvans.

§. CXIV. Peut-on dire que la même chose ait lieu lorsque ces terres & ces chaux métalliques sont dissoutes par l'eau? Peuvent-elles agir les unes sur les autres, comme les acides, par exemple, agissent sur les alkalis? Et en cet état, peuvent-elles former des pierres?

C'est l'opinion de Schéele & de Bergman. Ce dernier dit : « Les terres jouissent de la » propriété de s'attirer les unes & les autres, » & forment ainsi des combinaisons beaucoup » plus intimes que les combinaisons mécani» ques ».

J'avois adopté cette opinion de Bergman dans mes notes sur sa sciagraphie. Mais depuis, j'ai cherché à vérifier cet assertion par l'expérience. En voici les résultats :

1°. J'ai pris de la terre argileuse précipitée de l'alun par l'alkali caustique, & l'ai mélangée avec l'eau de chaux. Il y a eu un précipité, comme l'a dit Schéele. Ces deux terres forment

un composé qui n'acquiert point de dureté. J'en ai conservé des mois entiers dans l'eau sans qu'il prît de la solidité.

Il peut en contracter si on l'expose à l'air, parce que l'air fixe s'unit à la chaux, en forme du spath calcaire, & le composé devient une espèce de marbre cypolin, c'est-à-dire, un marbre contenant de l'argile.

2°. De la chaux ou terre calcaire pure mélangée avec la terre quartzeuse, ne contracte point d'adhérence.

De la chaux vive mêlée avec du sable, forme le mortier qui a beaucoup de dureté, mais cette dureté est due à l'air fixe qui s'est combiné avec la chaux, & l'a convertie en pierre calcaire.

3°. De la terre calcaire pure mélangée avec la magnésie pure, forme un précipité qui n'a point de dureté.

4°. De la terre calcaire pure mélangée avec la chaux de fer pure, ne contracte point d'adhérence ni de solidité.

5°. La magnésie pure mélangée avec chacune de ces autres terres pures, savoir : la terre quartzeuse, la terre argileuse, la chaux de fer, ne contracte aucune solidité.

6°. La terre argileuse pure, mélangée avec

la terre quartzeuſe pure, ou avec la chaux de fer pure, ne contracte point de ſolidité.

7°. La terre quartzeuſe mélangée avec la chaux de fer ne contracte point de ſolidité.

8°. Toutes ces terres mélangées trois à trois, quatre à quatre, ou toutes cinq, n'acquièrent aucune dureté lorſqu'elles ſont pures.

9°. Les chaux de fer pures expoſées à l'air, en attirent une portion, ſe précipitent en changeant de couleur & adhèrent fortement aux corps qu'elles touchent, de quelque nature qu'ils ſoient. C'eſt pourquoi la pouzzolane, qui contient beaucoup de chaux de fer, fait un ſi bon ciment.

Mais dans tous ces cas, ces chaux de fer contiennent beaucoup d'air fixe & d'air pur. Car, dans l'état où elles ſont, lorſqu'elles ont été précipitées par l'alkali cauſtique, elles ne contractent aucune adhéſion.

10°. J'ai laiſſé dans des vaſes de verre, de la liqueur de cailloux, ou verre déliqueſcent, qui s'eſt évaporée peu-à-peu. Elle s'eſt attachée aux parois des vaſes, de manière à réſiſter même à l'action des acides; on y obſervoit un commencement de criſtalliſation. Je crois que l'air fixe s'eſt combiné avec la terre quartzeuſe & a formé un véritable quartz, criſtalliſé confuſément.

J'ai ajusté un appareil pour faire passer au travers du verre déliquescent, des courants d'air fixe : j'ai également vu adhérer aux parois des vaisseaux, une substance qui résistoit à l'action des acides (1).

§. CXV. Il paroît donc :

a Que toutes ces terres à l'état de pureté, exposées à l'air, se combinent avec l'air fixe & forment des composés plus ou moins durs. Il faut en excepter la terre alumineuse.

b Toutes ces terres pures ou caustiques, seules ou mélangées avec les autres, deux à deux, trois à trois, quatre à quatre, ou toutes cinq, ne peuvent former de corps dur, parce qu'elles ont une trop grande affinité avec l'eau qui les tient en dissolution. Au moins est-ce à cette cause que me paroît dû ce défaut de consistance qu'elles conservent. Cela n'est pas douteux pour la terre argileuse, puisqu'en la faisant chauffer sans la fondre, ni la vitrifier, elle prend un tel degré de dureté, qu'elle peut tirer des étincelles de l'acier.

(1) On pourroit expliquer par ce moyen l'expérience dans laquelle Achard disoit avoir obtenu du quartz ; c'est que la craie qu'il avoit employée, ou le sable, contenoit de la terre quartzeuse pure, laquelle, en se combinant avec l'air fixe, avoit formé des cristaux de quartz.

On objectera peut-être que la nature opère en grand bien différemment que nous avec nos petits appareils. Je réponds que personne n'est plus convaincu que moi de cette vérité. Néanmoins nous ne pouvons attribuer à la nature tel ou tel procédé, sans y être conduits par des faits plus ou moins concluans.

Il faut donc rechercher une autre cause de la dureté & de la cristallisation des pierres qui contiennent plusieurs espèces de terres. Cette dureté ne peut dépendre de la combinaison de ces terres les unes avec les autres, & on est forcé d'abandonner l'opinion de Schéele & de Bergman à cet égard.

§. CXVI. J'attribue la dureté qu'acquièrent ces terres pour la formation de ces différentes pierres, à leur combinaison avec un acide tel qu'il soit.

On a dit que dans les analyses qu'on a faites de ces pierres, on n'en a retiré aucun acide. Mais les moyens qu'on emploie pour faire ces analyses, empêchent qu'on ne puisse s'assurer si ces terres y sont pures ou combinées avec quelqu'acide.

On réduit ces pierres en poudre & on les mêle avec le double de leur poids de natron; le tout est mis dans un creuset de fer, & chauffé avec précaution, jusqu'à ce qu'il forme

une masse vitreuse, ou plutot une fritte. On traite ensuite ce résultat par les moyens chimiques, pour reconnoitre quelles sont les substances qu'il contient.

Il est évident que, quand même ces terres contiendroient de l'air fixe ou autres acides volatils, on ne pourroit s'en assurer.

Il est sûr d'abord, que les chaux de fer y sont toujours combinées avec l'air fixe & l'air pur, & on n'a jamais pu les recueillir. Aussi n'en parle-t-on point dans ces analyses.

Il est encore certain que la terre quartzeuse qui se trouve dans toutes ces pierres, y est combinée avec son acide. En fondant ces pierres, il y a effervescence & dégagement de fluides aériformes, comme dans la fusion du quartz ; & cependant on n'a jamais parlé de ces fluides, ni on n'en a tenu compte dans ces analyses.

Je ferai voir bientôt que c'est même une raison pour regarder comme imparfaite la plus grande partie des analyses qu'on a données de ces pierres.

Mais, en attendant, je dis qu'il est très-probable que la terre calcaire & la magnésie, qui se trouvent dans ces pierres, y sont combinées avec l'air fixe, comme les chaux de fer & la terre quartzeuse.

Quant à la terre argileuse, il se peut qu'elle contienne aussi de l'air fixe.

Il paroît donc très-probable que les terres, qui composent les pierres quartzeuses, les gemmes, les schorls, les pierres magnésiennes & les pierres argileuses, y sont combinées avec quelqu'acide, ainsi que les chaux de fer, & cet acide paroît être le même, l'air fixe.

L'expérience confirme cet apperçu. Car toutes ces pierres en fondant bouillonnent & donnent des verres plus ou moins remplis de bulles, qui sont dues à un dégagement de fluides élastiques; & ce fluide élastique paroît être l'air fixe; il seroit cependant possible qu'il y eût encore quelques autres acides.

La grande dureté de la plupart de ces pierres sera due particulièrement à la terre quartzeuse combinée avec son acide. Car, par elle-même, cette pierre a une dureté considérable que j'ai estimée 1300.

La dureté des autres terres combinées avec l'air fixe, n'est pas aussi grande. Celle du spath calcaire ou du marbre n'est que 700.

Celle de la magnésie combinée avec l'air fixe n'est que 560.

Celle de la terre argileuse, combinée avec cet air, est foible & dépend de son degré de dessication.

Celle des chaux de fer combinées avec l'air fixe, eſt plus conſidérable. Elle dépend des différens états de ces chaux. Il en eſt comme des criſtaux de fer octaèdres, qui ſont très-durs.

Toutes ces eſpèces de pierres doivent donc être regardées comme des ſels ayant le même acide combiné en même tems avec pluſieurs baſes; ſavoir: la terre quartzeuſe, la terre calcaire, la terre magnéſienne, la terre argileuſe, & la chaux de fer.

Lorſque la terre quartzeuſe prédominera dans ce compoſé, il conſervera, à peu-près, la dureté du quartz.

Les ſilex, les agates, les calcédoines, les jaſpes, les praſes, les chryſopraſes, les pechſteins..... ont une dureté peu inférieure à celle du quartz.

Les pierres, où la terre quartzeuſe eſt en moindre quantité, ont une dureté inférieure à celle du quartz: telles ſont les feld-ſpaths, les pétroſilex, les zéolites.....

Les pierres dans leſquelles la terre quartzeuſe eſt encore en moindre quantité, ont une dureté inférieure à celle de ces dernières. Telle eſt toute la claſſe des ſchorls.

Les pierres magnéſiennes qui contiennent encore moins de terre quartzeuſe que les

ſchorls, ſont auſſi moins dures que ceux-ci.

Enfin les pierres argileuſes ſont les moins dures de cette claſſe, parce que, excepté les ſchiſtes quartzeux, elles contiennent peu de terre quartzeuſe.

§. CXVII. Il n'y a donc que les gemmes qui préſentent quelques difficultés à l'explication que nous donnons. Mais la nature de la plupart de ces pierres eſt encore peu connue. Klaproth ſoupçonne que le jargon & le corindon contiennent des terres particulières; & nous ignorons avec quel acide ces terres peuvent être combinées, & quel eſt le degré de dureté qu'elles peuvent acquérir dans cet état.

Il eſt poſſible que les autres gemmes contiennent ces mêmes terres, ou d'autres particulières.

Il ſe peut encore que les mêmes gemmes contiennent des acides particuliers.

Le diamant, par exemple, paroît bien contenir un principe particulier, qui eſt ou en partie combuſtible, ou au moins peut volatiliſer cette pierre. Ce pourroit être un acide analogue à celui des métaux, & qui brûleroit comme les métaux, en ſe volatiliſant, par exemple, comme le zinc.

Les autres gemmes peuvent contenir quel-

qu'autre acide analogue à celui du diamant, mais qui ne feroit pas combuſtible ou volatil à nos degrés de feu.

Cependant Lavoiſier ſoupçonnoit que le diamant donnoit de l'air fixe dans ſa combuſtion.

Au reſte, de toutes les gemmes, il n'y a que le diamant, le ſaphir, le rubis, dont la dureté ſoit beaucoup ſupérieure à celle du quartz.

Il ſe pourroit que les chaux de fer aſſez abondantes dans ces gemmes y fuſſent dans un état à augmenter la dureté du quartz. Pluſieurs faits prouvent que les chaux de fer augmentent la dureté d'une pierre. Le diamant noir eſt plus dur que le diamant blanc. Le corindon noir a plus de dureté que le blanc. Les grenats colorés ſont plus durs que les blancs. En général, toutes les gemmes colorées ont une plus grande dureté que celles qui ne le ſont pas. Il eſt des mines de fer, telles que l'émeril, qui ont la plus grande dureté.

Enfin, la difficulté que peuvent préſenter les gemmes, ne ſauroit affoiblir ce que nous avons dit ſur la cauſe de la dureté des pierres; parce qu'on ne peut douter que l'analyſe des gemmes ne ſoit très-imparfaite.

On doit donc regarder comme bien prouvé

que la dureté des pierres composées de plusieurs terres, & leur cristallisation, ne dépendent point des combinaisons de ces terres entr'elles, mais plutôt de leur combinaison avec quelqu'acide. Et c'est sur-tout la terre quartzeuse combinée avec son acide, qui donne cette dureté.

§. CXVIII. On pourroit objecter que, si la dureté de ces pierres étoit due à la combinaison de la terre quartzeuse avec son acide, elles devroient toutes avoir la figure du cristal de roche, car le cristal de roche, par exemple, qui contient de la chlorite, conserve sa forme primitive, de même que le spath calcaire de Fontainebleau, qui contient du quartz, ne change pas de forme....

Je réponds que cela seroit effectivement, si la terre quartzeuse combinée avec son acide, enveloppoit seulement ces autres terres, comme elle enveloppe quelquefois la chlorite. Mais les choses sont ici différentes.

Les autres terres sont dans un véritable état de dissolution & sont combinées avec l'air fixe, comme la terre quartzeuse l'est elle-même. Ce sont des sels doubles, des sels triples, des sels quadruples, qui ont un même acide combiné avec plusieurs bases & qui cristallisent ensemble.

Prenons pour exemple la tourmaline. Elle eſt compoſée, ſuivant Bergman :

Terre quartzeuſe	. . . . . .	0,37
Terre argileuſe	. . . . . .	0,39
Terre calcaire	. . . . . .	0,15
Chaux de fer	. . . . . .	0,09

Suppoſons cette analyſe exacte, quant à la nature & à la quantité des terres. Ajoutons-y ſeulement un acide quelconque.

La terre quartzeuſe eſt ici combinée avec ſon acide.

La chaux de fer, eſt également avec l'air fixe & l'air pur.

Il eſt vraiſemblable que la terre calcaire y eſt auſſi combinée avec l'air fixe, ainſi que la terre argileuſe.

La tourmaline eſt donc un criſtal compoſé d'un acide & de quatre baſes : ſa forme eſt modifiée par ces quatre ſubſtances.

Or, des ſels doubles, triples, quadruples, ne conſervent point la forme primitive d'un d'eux, mais prennent une figure compoſée, comme nous le voyons dans le ſel tartareux de natron, dans le tartre ſtibié.... dans l'argent rouge, dans l'argent gris... (§. XXII).

Il faut donc regarder toutes les pierres de cet ordre comme des ſels qui n'ont qu'un ſeul acide & pluſieurs baſes.

Nous avons d'autres pierres dans lesquelles on ne peut nier qu'un seul acide n'y soit combiné avec plusieurs terres.

Le marbre vert, dit antique, est composé de terre calcaire combinée avec l'air fixe, de magnésie combinée avec le même acide, de chaux de fer combinée avec de l'air fixe : le plus souvent il contient de l'argile; un seul acide, l'air fixe, est donc combiné avec trois ou quatre bases. La terre quartzeuse s'y trouve aussi elle-même.

Il est d'autres substances qui rapprochent beaucoup du vert antique, mais contiennent une plus grande quantité de magnésie. Cette magnésie est aussi combinée avec l'air fixe.

La plupart de ces dernières pierres contiennent même de la terre quartzeuse. Ainsi, toutes les terres s'y trouvent réunies. Mais la terre calcaire y domine beaucoup.

D'autres pierres réunissent également ces mêmes terres, mais la magnésie y domine : telles sont les pierres magnésiennes, la stéatite, l'amianthe, l'asbeste...

La terre quartzeuse domine au contraire dans d'autres combinaisons semblables, comme dans certains schistes.

Ces dernières pierres ne diffèrent de celles [illegible]nt nous avons parlé, qu'en ce que, dans la

plupart de celles-ci, la criſtalliſation eſt confuſe: elle eſt, au contraire, régulière dans les premières.

Il eſt donc prouvé que la plupart des marbres & des pierres calcaires ſont des ſels pierreux à deux, trois & quatre baſes, c'eſt-à-dire, que leur acide, l'air fixe, eſt combiné principalement avec la terre calcaire & qu'il ſe trouve en même-tems combiné avec des chaux de fer, comme dans le fer ſpathique; avec des chaux de fer & de la magnéſie, comme dans le vent antique; avec de l'argile, comme dans le marbre cypolin; & enfin ſouvent avec de la terre quartzeuſe qui y eſt en petite quantité.

Les autres genres de pierres ſont également des ſels à pluſieurs baſes. Mais ce n'eſt pas la terre calcaire qui y domine.

Dans les pierres quartzeuſes, la terre quartzeuſe y eſt prépondérante, ainſi que dans les gemmes & les ſchorls.

La terre magnéſienne domine dans les pierres magnéſiennes.

Et la terre argileuſe, dans les ſchiſtes.

Le ſpath boracique eſt un ſel compoſé d'un ſeul acide combiné avec les quatre terres, la calcaire, l'argileuſe, la quartzeuſe, la magnéſie, & la chaux de fer (§. CXXVII).

Enfin, il eſt des pierres dans leſquelles

y a plusieurs acides & plusieurs bases terreuses, tel est l'appatit de l'Estramadure (§. CXXVI), qui contient quatre acides, le phosphorique, le fluorique, le marin & l'air fixe :

Et trois terres, la quartzeuse, la calcaire & la chaux de fer.

Il est vrai qu'il est possible que dans cette pierre il s'en trouve qui ne soient que mélangées, comme l'est, par exemple, la chlorite dans certains quartz. Ainsi, il est probable qu'il y a de la pierre calcaire qui n'est que mélangée, sans faire partie de l'appatit.

Les gypses de Montmartre contiennent jusqu'à un sixième de pierre calcaire. Ainsi, la terre calcaire y est combinée, 1°. avec l'acide vitriolique; 2°. avec l'air fixe. La magnésie s'y rencontre encore quelquefois.

Nous allons faire l'application de ces principes, en parlant des différentes pierres que la nature nous présente. Nous avertissons que les analyses ne sont pas encore assez avancées & laissent beaucoup à desirer.

DES PIERRES.

§. CXIX. Toutes les terres, dont nous venons de parler, se présentent ordinairement

ſous forme de pierres : & c'eſt en cet état qu'elles conſtituent la maſſe du globe, ſuivant l'analogie. Car dans les lieux les plus profonds où nous ayons pu pénétrer, nous n'avons trouvé que des pierres & des métaux, comme dans les terreins qui ſont à ſa ſurface.

Les naturaliſtes ont déjà reconnu un grand nombre de pierres différentes : & ſans doute ils ne les connoiſſent pas encore toutes. Mais les chimiſtes multiplient tellement leurs analyſes, que nous devons préſumer qu'ils nous découvriront bientôt la nature de toutes les pierres.

Le géologue diviſe les pierres en deux grandes claſſes.

Pierres des terreins primitifs.

Pierres des terreins ſecondaires.

Les pierres des terreins primitifs ſont :

1°. Les granits.

2°. Les porphyres.

3°. Les kneis.

4°. Les pierres quartzeuſes.

5°. Les gemmes.

6°. Les schorls.

7°. Les pierres magnéſiennes.

8°. Quelques pierres calcaires.

Les pierres des terreins ſecondaires ſont :

1°. Les pierres calcaires ſecondaires & ter-

tiaires contenant une plus ou moins grande quantité de débris d'êtres organisés.

2°. Les gypses.

3°. Les schistes ou pierres argileuses contenant des impressions de végétaux ou d'animaux.

Mais il y a, pour le géologue, une distinction essentielle dans ces différentes pierres.

Les unes ne sont que quelques petits cristaux épars, & que l'on diroit comme accidentels à la masse : tels sont les gemmes, les schorls, le spath boracique.... Elles sont en si petite quantité, & forment de si petites masses, que quand elles n'existeroient pas, cela paroîtroit peu influer sur la masse générale du globe.

Les autres, au contraire, sont en grandes masses, & forment la totalité du globe. Telles sont, dans les terreins primitifs, les granits, les porphyres, les kneis, les pierres magnésiennes, & quelques pierres calcaires.

Et, dans les terreins secondaires, les schistes, les pierres calcaires secondaires & tertiaires, & les gypses.

Nous allons examiner, en détail, toutes ces différentes espèces de pierres. J'en ferai trois grandes divisions.

1°. Les pierres contenant un acide, & une ſeule eſpèce de terre.

2°. Les pierres homogènes, qui contiennent pluſieurs eſpèces de terres, & un ou pluſieurs acides.

3°. Les pierres compoſées.

DES PIERRES CONTENANT UN ACIDE ET UNE SEULE ESPÈCE DE TERRE.

§. CXX. Cette claſſe de pierres peut être conſidérée comme de vrais sels neutres pierreux compoſés d'un acide & d'une baſe. Elle renferme,

1°. Toutes les pierres calcaires, marbre, pierre à chaux, pierre coquillière, ſpath calcaire.

2°. Les gypſes, dans leſquels ſont compris les albâtres gypſeux, les ſélénites.

3°. Les ſpaths fluors.

4°. Les ſpaths appatiques.

5°. Les ſpaths boraciques.

6°. Les ſpaths tunſtiques.

7°. Les ſpaths peſans vitrioliques.

8°. Les ſpaths peſans aérés.

9°. Le quartz.

Nous

Nous allons parler de chacune de ces ſubſtances en particulier.

DES PIERRES CALCAIRES (1).

§. CXXI. Ces pierres contiennent un acide & une terre, Ce ſont donc de vrais ſels neutres pierreux, dont la criſtalliſation & les autres qualités ſont dues aux mêmes cauſes que celles des autres ſels neutres.

Les pierres calcaires pures ſont compoſées ordinairement

Terre calcaire . . . . . . 0,66.
Air fixe . . . . 0,34.

On n'a pas déterminé l'eau de criſtalliſation.

Mais ces pierres ſont rarement pures. Elles contiennent différentes ſubſtances étrangères, dont les principales ſont,

L'argile.
Des parties quartzeuſes.
Des chaux de fer.
Des chaux de manganèſe.
De la magnéſie.
Des coquilles.

(1) Carbonate calcaire, nouvelle nomenclature.

On diſtingue particulièrement les pierres calcaires, à raiſon des terreins où on les trouve.

I. Pierres calcaires des terreins primitifs.

Elles ſe trouvent dans les terreins primitifs, quelquefois pures, mais le plus ſouvent mélangées avec d'autres ſubſtances, comme des schiſtes, des kneis....

On rencontre des ſpaths calcaires très-purs & bien prononcés, avec les criſtaux de quartz dans les *fours à criſtaux*.

Pluſieurs de ces pierres font une efferveſcence lente avec les acides, donnent une lumière phoſphorique lorſqu'on les frotte les unes contre les autres...

Sauſſure fils a fait l'analyſe d'une de ces pierres décrite par Dolomieu, & que, par cette raiſon, il a appelée *dolomie*. Il en a retiré :

Terre calcaire	0,44.29.
Argile	0,05.86.
Magnéſie	001.4.
Chaux de fer	000.74.
Air fixe	0,46.06.

Un grand nombre de ces pierres contient des parties quartzeuſes. On trouve même, au milieu des blocs de marbre de Carrare, des aiguilles de quartz criſtalliſé.

Le grain de la criſtalliſation de ces marbres

des terreins primitifs eſt plus gros que celui des autres marbres. C'eſt pourquoi on les appelle *marbres ſalins.*

Les pierres de ces terreins ne contiennent jamais de coquilles.

II. Pierres calcaires des terreins ſecondaires.

Ces pierres ſont des bancs immenſes dans les hautes montagnes calcaires qui avoiſinent & touchent les grandes chaînes primitives. Elles contiennent quelques coquilles, mais en très-petite quantité.

Elles ſont en général dures & compactes. Leur grain eſt fin & ſerré. Il en eſt, telles que celles qu'on amène du Bugey à Lyon par le Rhône, qui ont une caſſure concoïde.

Ces pierres contiennent ordinairement une portion d'argile & de terre quartzeuſe.

III. Pierres calcaires coquillières.

Ce ſont celles qui forment la majeure partie des terreins appelés *tertiaires.* Elles compoſent la plus grande partie de nos continens les moins élevés & les plus proches de la mer.

Les coquilles y ſont extrêmement abondantes, & en font ſouvent la majeure partie.

Quoique ces pierres ſoient en général plus pures que les autres, on y rencontre néanmoins des portions très-petites roulées quart-

zeuses ou autres, qui ont été englobées lors de la cristallisation.

Plusieurs de ces pierres, telles qu'on en rencontre aux environs de Paris, contiennent de la magnésie. Cela n'est pas surprenant ; elles renferment les dépouilles des animaux qui existoient dans les coquilles : & Lorgna a démontré que ces animaux contenoient beaucoup de magnésie. (*Journ. de Phys.* 1786.)

Quelques-unes contiennent aussi du natron, comme le prouvent les eaux minérales qui en sortent. Ce natron peut aussi venir des animaux marins, qui en contiennent une grande quantité, comme l'a fait voir Lorgna (*ibid.*), ou du sel marin décomposé.

IV. Les marbres.

Ce sont les pierres calcaires dont la cristallisation a été la plus parfaite. Toutes les molécules en sont spathiques, & parfaitement rapprochées : ce qui donne au marbre beaucoup de densité, beaucoup de dureté, & le rend propre à recevoir ce beau poli.

Il y a des marbres qui contiennent beaucoup d'argile, tels que les cypolins.

D'autres contiennent de la magnésie, comme le vert antique.

Il en est qui contiennent des parties quartzeuses.

Les couleurs des marbres viennent ordinairement des chaux de fer, comme nous le verrons.

Quelques-uns, tels que les noirs, sont colorés par des matières végétales ou animales.

La pesanteur spécifique du marbre est 28000.

Sa dureté est 700.

V. La pierre de liais.

Elle est plus belle que la pierre calcaire commune, & l'est moins que le marbre; c'est-à-dire, que sa densité & sa dureté tiennent un milieu entre celles de ces deux espèces de pierre.

VI. Pierre à chaux.

Ce sont les pierres calcaires pures. Celles qui contiennent beaucoup de terre quartzeuse, beaucoup de terre argileuse, ne sont pas bonnes à faire de la chaux.

Quelques-unes de ces pierres à chaux contiennent des chaux de fer & de magnésie.

Tous les marbres purs peuvent faire de la chaux.

VII. Plusieurs pierres calcaires sont phosphorescentes; d'autres ne le sont pas. Nous ignorons encore la cause de ce phénomène.

Mais en général la phosphorescence des mi-

néraux paroît due à un dégagement de la matière de la lumière (§. XLI.).

VIII. La craie.

Quoique la craie ait une apparence purement terreuſe, cependant elle a une eſpèce de criſtalliſation. Elle paroît composée principalement de détritus de coquilles.

Elle forme des bancs conſidérables dans les terreins tertiaires.

On trouve quelquefois des ſpaths magnéſiens, bitter-ſpaths, c'eſt-à-dire, de la magnéſie combinée avec l'air fixe. Mais juſqu'ici on ne les a pas vu former de grandes maſſes de pierres.

DU GYPSE (1).

§. CXXII. Il eſt bien reconnu aujourd'hui que le gypſe eſt un véritable ſel calcaire vitriolique. Pott a démontré la préſence de l'acide vitriolique dans cette pierre, qui eſt compoſée :

Acide vitriolique	0,46.
Terre calcaire	0,32.
Eau	0,22.

(1) Sulfate calcaire, nouvelle nomenclature.

Souvent la partie calcaire n'eſt pas entièrement ſaturée par l'acide vitriolique. Il en demeure une portion unie à l'air fixe, ſous forme de pierre calcaire. Les gypſes des environs de Paris contiennent environ un ſixième de cette pierre calcaire aérée.

Il eſt cependant pluſieurs gypſes dont la partie calcaire eſt toute combinée avec l'acide vitriolique, & qui ſont abſolument purs; tels ſont ceux de Berzé, auprès de Mâcon...

La dureté du gypſe eſt 500.

Sa gravité ſpécifique eſt 23000.

Le gypſe ſe trouve ordinairement dans les terreins ſecondaires, & même dans les terreins tertiaires coquillers, où il forme des maſſes aſſez conſidérables. Il eſt dépoſé par bancs, par couches. On y obſerve beaucoup d'oſſemens foſſiles. On a trouvé des oiſeaux dans ceux de Montmartre, & même des ouvrages de fer travaillés par la main des hommes.

Cependant il n'eſt pas impoſſible que le gypſe ſoit dans les terreins primitifs, puiſqu'il y a dans ces terreins de la terre calcaire & du ſoufre ou de l'acide vitriolique. Auſſi a-t-on trouvé au mont Saint-Gothard du gypſe mêlé avec du mica, & ce mica n'eſt jamais dans les terreins ſecondaires.

La belle éméraude du cabinet Larochefoucault eſt avec du gypſe.

Mais ces gypſes des terreins primitifs ne contiennent aucuns débris d'êtres organiſés.

On rencontre dans la nature beaucoup de vitriol de magnéſie ; mais il ne forme pas de maſſes pierreuſes. On le trouve, le plus ſouvent, diſſous dans les eaux des fontaines, dont il porte le nom : tels ſont le ſel d'Epſom, le ſel de Sedlitz, le ſel de Seidzuch.

DU SPATH FLUOR (1).

§. CXXIII. Ce ſpath eſt une des ſubſtances minérales les plus brillantes, par ſes belles couleurs, & qui offre les criſtaux les plus réguliers. Leur forme eſt le cube avec différentes variétés & l'octaèdre. On en trouve dans la plupart des filons métalliques.

Il ſe rencontre encore en maſſes dans les terreins primitifs avec les granits, & dans les kneis ; on en avoit trouvé dans les montagnes d'Auvergne, dont quelques morceaux étoient criſtalliſés & qu'on avoit pris pour des quartz cubiques. Ce ſpath eſt composé :

---

(1) Fluate calcaire, nouvelle nomenclature.

Terre calcaire . . . . 0,57.
Acide fluorique . . . . 0,16.
Eau . . . . 0,27.

Sa dureté eſt 850.

Sa peſanteur ſpécifique eſt 31800.

L'acide fluorique ſe rencontre encore dans les terreins purement calcaires. On l'a retiré de l'appatit non-criſtalliſé de l'Eſtramadure, dont il fait le quarantième de la maſſe.

Le fluor ne ſe rencontre pas dans les terreins calcaires, ſecondaires, tertiaires, les gypſes & les ſchiſtes.

DU SPATH PESANT VITRIOLIQUE (1).

§. CXXIV. Ce genre de pierres n'eſt connu que depuis peu de tems. Nous en devons la découverte aux chimiſtes Suédois. Cronſtedt avoit parlé du ſpath peſant, & lui avoit donné le nom de *marmor metallicum*, à cauſe de ſa grande peſanteur. Mais Schéele & Bergman ont fait voir qu'il étoit composé d'une terre particulière & d'acide vitriolique. Bergman a

(1) Sulfate de baryte, nouvelle nomenclature.

ſoupçonné, il eſt vrai, que cette terre eſt m
tallique ; mais on n'a encore pu le prouver.

On n'a trouvé, juſqu'ici, cette terre qu
ſous forme de ſel pierreux. Car elle eſt tou
jours combinée ou avec l'acide vitriolique, c
avec l'acide aérien.

La terre peſante s'eſt néanmoins trouvée dan
quelques granits, ſuivant Struve, & dans quel
ques feld-ſpaths.

Le ſpath peſant vitriolique, ou vitriol d
terre peſante, ſe rencontre le plus ſouven
dans les filons métalliques, en beaux criſ
taux.

Néanmoins on le trouve dans les terreins primitifs en grandes maſſes pures criſtalliſées, & formant des montagnes entières.

Ce ſpath peſant vitriolique eſt compoſé :

Terre peſante	0,84.
Acide vitriolique	0,13.
Eau	0,03.

Sa peſanteur ſpécifique eſt 44400.

Sa dureté eſt 650.

DU SPATH PESANT AÉRÉ (1).

§. CXXV. Ce ſpath peſant a été trouvé dans le Comté de Cumberland, en Angleterre, à Alſtoon-More. Le docteur Withering l'a analyſé & en a retiré :

Terre peſante	0,78.6
Acide aérien	0,20.8.

Sa peſanteur ſpécifique eſt 4,3380.

Sa dureté eſt 750.

On a auſſi trouvé cette même pierre en Saxe.

DU SPATH APPATITIQUE.

§. CXXVI. On a appelé appatit, ou ſpath appatitique, une pierre criſtalliſée en priſme droit hexaèdre, qui ſe trouve dans les mines d'Ehrenfriedrichsdorf, en Saxe, & dans celle de Schlaggenwald, en Bohême. Il eſt ordinairement mêlé avec des criſtaux de quartz, de

(1) Carbonate barytique, nouvelle nomenclature.

ſpath fluor..... Klaproth a retiré de cette ſubſtance :

Terre calcaire	0,55.
Acide phoſphorique	0,45.

Cet appatit eſt dans les terreins primitifs. Sa dureté eſt 800.

Prouſt a trouvé une ſubſtance analogue dans les montagnes calcaires de l'Eſtramadure. Elle y forme des couches conſidérables qui s'étendent à pluſieurs lieues; mais elle n'y eſt pas auſſi pure que celle de Saxe & de Bohême, & ne criſtalliſe pas. Pelletier & Donadeï en ont retiré :

Acide phoſphorique . . .	0,34.
Acide fluorique	0,02 $\frac{1}{2}$.
Acide marin.	0,00 $\frac{1}{2}$.
Acide aérien	0,01.
Terre calcaire	0,59.
Terre quartzeuſe	0,02.
Chaux de fer	0,02.

Cette ſubſtance contient pluſieurs terres & pluſieurs acides, mais le phoſphorique y domine.

L'acide phoſphorique eſt aſſez commun dans le règne minéral. Il ſe combine facilement avec un grand nombre de ſubſtances. Ici il s'eſt combiné avec la terre calcaire & a formé les appatits.

DU SPATH BORACIQUE.

§. CXXVII. Ce ſpath ſe rencontre dans du gypſe à Kalkberg, près Lunebourg, duché de Brunswick. Ce ſont des petits cubes avec des retraites ſur les arètes & ſur les angles. Weſtrumb a retiré de cette pierre :

Acide boracique	0,68
Terre calcaire	0,11
Magnéſie	0,13
Terre quartzeuſe	0,02
Terre argileuſe	0,01
Chaux de fer	0,01

Le ſpath boracique a une dureté de 1050. Sa gravité ſpécifique eſt 24000.

Le ſpath boracique paroît auſſi exiſter dans les Lagonis de Toſcane, dans les eaux deſquels l'acide boracique ſe trouve libre. Peut-être y en a-t-il pareillement dans les Lagonis du Tibet, où ſe trouve le borax.

On conçoit facilement la formation de ce ſpath. Les Lagonis de Toſcane ſont remplis d'exhalaiſons hépatiques ſulfureuſes, provenant ſans doute de la décompoſition de pyrites, qui en tient les eaux à une température de 40 à 60 degrés. Cet acide ſulfureux ſe

On sait qu'au moment où le verre, composé de quartz & d'alkali, entre en fusion, il y a une vive effervescence. La substance qui se dégage est un fluide aériforme; ce qui m'avoit fait dire depuis long-tems, que le quartz contenoit un acide ou fluide aériforme quelconque.

Bergman avoit soupçonné que ce fluide étoit de l'air fixe (1).

Dolomieu a cherché à recueillir ce fluide. Il a fait du verre dans une cornue avec l'appareil pneumato-chimique. Il a employé du quartz très-pur & de l'alkali caustique, ou pierre à cautère. Il a passé d'abord l'air des vaisseaux.

Ensuite un air composé d'air inflammable & d'air phlogistiqué & d'une petite portion d'air fixe.

Enfin les dernières parties d'air sont les trois quarts d'air fixe; & l'autre quart est en partie d'air phlogistiqué, dans lequel il se trouve un peu d'air inflammable (2).

Voilà donc trois espèces d'air obtenues: 1°. de l'air inflammable; 2°. de l'air impur, ou phlogistiqué; 3°. de l'air fixe.

(1) Opuscul. tom. V.

(2) Journal de Physique, Mai 1782, pag. 377.

La

La question qui se présente est de savoir si ces airs viennent de l'alkali ou du quartz.

Il est certain, comme nous l'avons vu par les expériences, que le quartz contient des airs, puisqu'il bouillonne lorsqu'on le fond seul. Ehrman & Lavoisier ont obtenu les mêmes résultats.

Ces fluides ne contiennent point d'air inflammable : autrement, il se seroit enflammé.

Je suppose donc que l'alkali fixe se décompose & donne cet air inflammable & cet air phlogistiqué. Ce sont les principes de l'alkali volatil; & les alkalis fixes passent à l'état d'alkali volatil. Nous pouvons donc supposer qu'ils contiennent les mêmes airs; & que l'air inflammable & l'air phlogistiqué obtenus dans l'expérience de Dolomieu, viennent de l'alkali décomposé.

Mais l'air fixe me paroît provenir du quartz. Car, on avoit employé de l'alkali très-caustique : & la grande quantité d'air fixe obtenu n'auroit pu venir de la petite portion d'alkali qui n'auroit pas été parfaitement caustique. D'ailleurs, la plus grande partie de cet air fixe a passé à la fin de l'opération.

Dolomieu ayant versé de l'acide dans son verre déliquescent, ou liqueur des cailloux, précipita la terre quartzeuse.

Mais ayant ajouté un excès d'acide, cette terre quartzeuse fut dissoute. L'acide acéteux lui-même la dissout, comme l'avoit vu Pott.

Je suppose donc que cette terre si soluble dans les acides, l'est également par l'air fixe (§. CXIV, n°. 10).

Le quartz ne sera donc que la terre quartzeuse combinée avec l'air fixe, & à laquelle se seront jointes quelques portions de terre argileuse, de terre calcaire & de chaux de fer.

Le quartz est attaqué & dissous par un excès d'air fixe. Du fer qu'on fait rouiller sur du quartz, le corrode & le dissout.

Les eaux de Vals qui sont surchargées d'air fixe, sortent d'un rocher quartzeux. Toute la partie supérieure de la grotte qui est exposée aux vapeurs de cet air fixe qui se dégage, est corrodée, dissoute, & prend l'aspect d'une terre molle & ferrugineuse. C'est un fait qui m'a été confirmé par Faujas.

Tous ces faits ne laissent point de doute que la terre quartzeuse ne soit soluble dans l'air fixe, & que le quartz ne soit que le produit de cette cristallisation, qui est confuse dans le quartz proprement dit, ou régulière dans le quartz cristallisé, nommé mal-à-propos cristal de roche.

DE LA CRISTALLISATION DES PIERRES QUI NE CONTIENNENT QU'UNE TERRE ET UN ACIDE.

§. CXXX. Toutes ces pierres, dont nous venons de parler, doivent être regardées comme de vrais ſels neutres pierreux. Ce ſont :

1°. Les pierres calcaires, composées d'air fixe & de terre calcaire.

2°. Les gypſes, compoſés d'acide vitriolique & de terre calcaire.

3°. Les ſpaths fluors, compoſés d'acide fluorique & de terre calcaire.

4°. Les ſpaths boraciques, compoſés d'acide boracique & de terre calcaire.

5°. Les ſpaths appatitiques, compoſés d'acide phoſphorique & de terre calcaire.

6°. Les ſpaths tunſtiques, compoſés d'acide tunſtique & de terre calcaire.

7°. Les ſpaths peſans vitrioliques, compoſés d'acide vitriolique & de terre peſante.

8°. Les ſpaths peſans aérés, compoſés d'acide aérien & de terre peſante.

9°. Les ſpaths magnéſiens, compoſés d'acide aérien & de magnéſie.

10°. Le vitriol de magnésie, composé d'acide vitriolique & de magnésie.

11°. Le quartz, composé de terre quartzeuse & d'air fixe.

Toutes ces substances, dans leurs cristallisations, suivent les lois ordinaires de la cristallisation des sels neutres.

Ou leur cristallisation est confuse, ou elle est régulière.

Si cette cristallisation se fait d'une manière rapide & précipitée, comme celle du sel marin, du sucre.... qu'on fait cristalliser rapidement, elle sera confuse. Telles sont les cristallisations

Des pierres calcaires communes.

Des marbres.

Des gypses en masse.

Du spath pesant en masse.

Du spath appatitique en masse.

Du spath fluor en masse.

Du spath tunstique en masse.

Du spath magnésien en masse.

Du quartz en masse.

Mais si la cristallisation se fait avec beaucoup de lenteur, & dans un lieu tranquille, elle sera régulière, & on aura des cristaux de ces différentes substances plus ou moins volumineux.

Il y a des criſtaux de quartz qui pèſent plu-ſieurs quintaux.

On trouve, dans le Derbyshire, des ſpaths calcaires à pyramides hexagones aiguës, autrement dents de cochon, très-réguliers, qui ont preſque un pied de longueur.

Dans le même endroit ſont des cubes de ſpaths fluors, qui ont juſqu'à quatre à cinq pouces ſur chaque face.

Dans les maſſes criſtalliſées confuſément, il ſe rencontre ſouvent des géodes ou eſpaces vides. La nature y produit auſſi-tôt des criſtaux réguliers. C'eſt un effet conſtant : la criſtalliſation ſe fait dans ces vides avec lenteur & tranquillité. Il n'eſt preſque pas de carrières de pierres calcaires où on ne trouve des ſpaths calcaires criſtalliſés régulièrement dans des petites géodes.

Il faut obſerver que toutes ces pierres, qui paroiſſent homogènes, contiennent preſque toujours quelques portions de terres étrangères, mais qui ſont en trop petite quantité pour gêner la criſtalliſation.

Il peut arriver quelquefois que la diſſolution ne ſoit pas complète, ou qu'il ſe trouve interpoſé des matières étrangères en une certaine quantité : pour lors la criſtalliſation ne peut avoir lieu.

C'est ce qu'on voit dans des schistes calcaires argileux, ou espèce de marne feuilletée, qui ne contiennent point, ou peu de chaux de fer. Ils n'ont presque point de dureté : & la terre calcaire, quoique dissoute par l'acide aérien, n'y cristallise que difficilement, & en molécules isolées.

Les silex, les agates . . . ne cristallisent pas, parce qu'ils contiennent une portion des terres étrangères, qui gênent la cristallisation. . .

DES PIERRES HOMOGÈNES QUI CONTIENNENT PLUSIEURS ESPÈCES DE TERRES, ET UN ACIDE OU PLUSIEURS ACIDES.

§. CXXXI. Cette division est des plus nombreuses, & présente au géologue les plus grandes difficultés. Elle renferme :

Les pierres quartzeuses.

Les gemmes.

Les schorls.

Les pierres magnésiennes.

Les pierres argileuses.

Toutes ces pierres contiennent plusieurs espèces de terres. C'est en quoi elles diffèrent de celles dont nous venons de parler, qui ne

sont composées que d'une seule espèce de terre & d'un acide. Les terres qui se trouvent dans ces pierres sont :

1°. La terre quartzeuse.

2°. La terre argileuse.

3°. La terre magnésienne.

4°. La terre calcaire.

5°. La chaux de fer.

6°. La chaux de manganèse.

7°. Plusieurs autres chaux métalliques.

La terre pesante s'y rencontre quelquefois.

Ces terres ne se trouvent pas ordinairement toutes dans la même espèce de pierre. Plusieurs ne contiennent que deux, trois, quatre de ces terres. Quelques autres, telles que la trémolite, l'adulaire, les renferment toutes.

§. CXXXII. C'est une grande question parmi les chimistes minéralogistes, que de savoir quelle est la force qui fait combiner ces terres les unes avec les autres, & les fait cristalliser. On a assez généralement adopté l'opinion de Schéele & de Bergman (& je l'avois suivie dans la Sciagraphie), que ces terres se servoient mutuellement de dissolvans, & qu'elles étoient dans toutes ces pierres à l'état de causticité. On avoit été conduit à cette der-

nière idée par les analyses qu'on avoit faites de ces pierres.

Mais les expériences que j'ai rapportées ci-dessus (§. CXIV), m'ont fait voir que cette doctrine n'étoit pas fondée; que chacune de ces pierres contient un ou plusieurs acides, & que les analyses, sur lesquelles Bergman s'appuyoit, sont inexactes. Il suffit d'exposer le procédé qu'il employoit, pour se convaincre qu'il doit induire en erreur.

On pulvérise la substance qu'on veut analyser, & on la mélange avec le double de son poids de natron. On fait du tout une petite masse qu'on met dans un creuset de fer. On chauffe le creuset avec précaution, & on le tient rouge pendant environ une heure.

On pulvérise ensuite cette masse dans un mortier d'agate.

On verse dessus de l'acide marin, qui dissout le fer & toutes les terres solubles. On s'assure de leur nature par les différens réactifs, & par les cristallisations. Le résidu insoluble est regardé comme terre quartzeuse, ou terre siliceuse.

Mais nous avons vu que la terre quartzeuse, fondue ou vitrifiée avec l'alkali fixe, devient soluble dans les acides. Il est donc très-vraisemblable qu'une portion de ce qui a été

dissous par l'acide marin, & les autres acides, étoit de cette terre quartzeuse fondue avec l'alkali : & la portion qui ne se dissout pas est celle qui n'aura pas été fondue, parce que le feu n'a pas été assez vif.

Ces analyses doivent donc être nécessairement inexactes, & induisent en erreur, quelque précaution que prenne l'artiste le plus habile en les faisant.

1°. On ne peut douter qu'une portion de la terre quartzeuse n'ait été dissoute par l'alkali. Elle l'aura ensuite été par les acides. Ainsi, on a tort de ne regarder pour terre quartzeuse contenue dans la substance analysée, que la portion qui est insoluble dans l'acide.

2°. On ne tient point compte de la portion de fluide aériforme dégagée de cette partie de terre quartzeuse.

3°. On dit que la terre calcaire qu'on retire étoit pure; mais rien ne le prouve. On sent qu'en la supposant combinée avec l'air fixe, on n'a pris aucun moyen pour retirer cet air fixe.

4°. La même chose peut se dire de la magnésie qu'on retire, & qu'on suppose également pure.

5°. La même chose peut encore se dire de la terre pesante, qu'on suppose également pure.

Il est vraisemblable que ces trois terres y sont combinées avec de l'air fixe.

6°. On ne parle point des airs que contiennent les chaux de fer. Or il est certain qu'elles sont combinées avec l'air fixe & l'air pur.

Toutes les autres chaux métalliques, qui se trouvent dans ces pierres, y sont également combinées avec les mêmes fluides aériformes, dont on ne tient pas compte.

7°. La terre argileuse pourroit aussi y être combinée avec l'air fixe.

On voit donc que, dans toutes ces analyses, on ne tient point compte des fluides aériformes; qui se trouvent dans ces substances.

Or cependant on ne peut douter que :

1°. Les chaux métalliques n'en contiennent; & il y en a dans toutes ces pierres.

2°. Que la terre quartzeuse n'en contienne.

3°. Il est vraisemblable que la terre calcaire se trouve à l'état aéré dans ces pierres, c'est-à-dire, combinée avec l'air fixe.

4°. La magnésie y est vraisemblablement à l'état aéré.

4°. La terre pesante y est également à l'état aéré,

6°. La terre argileuse l'est pareillement.

7°. Enfin une portion de la terre quartz

zeuse a été dissoute par l'alkali, & ensuite par les acides.

Ces analyses ne peuvent donc pas nous faire connoître la nature de ces pierres, & particulièrement celle de leurs fluides aériens. Cependant nous les rapporterons, quelqu'imparfaites qu'elles soient.

Il faut donc en revenir à l'opinion que j'ai exposée précédemment (§. CXIV), & regarder toutes ces pierres comme des combinaisons de différentes terres & chaux métalliques avec un acide, qui est l'air fixe, & peut-être plusieurs autres. Nous venons de voir que le spath boracique, qui est composé également d'un seul acide, le boracique est combiné avec plusieurs terres (§. CXXVII); que l'appatit de l'Estramadure est composé de plusieurs acides & de plusieurs terres (§. CXXVI).

Et ce qui ne laisse aucun doute sur ce que nous disons, c'est que toutes ces pierres, les quartzeuses, la plupart des gemmes, les schorls, les pierres magnésiennes, & les pierres argileuses, réduites en verre, soit seules, soit par le moyen des alkalis caustiques, fondent en bouillonnant, & donnent des verres plus ou moins remplis de bulles, plus ou moins poreux & cellulaires, comme je le prouverai

bientôt. Or ces bulles ne peuvent être dues qu'à des fluides aériformes, qui se dégagent.

N'entre-t-il pas quelque autre principe dans ces sortes de pierres? C'est ce que nous ignorons.

Je pense que la matière de la chaleur s'y trouve.

Vraisemblablement les fluides électrique & magnétique y sont également. La présence du fer dans toutes ces pierres les y fait soupçonner.

La lumière en est peut-être un des principes, comme le pourroit faire soupçonner la phosphorescence d'un grand nombre de ces pierres (§. XLI).

Enfin, il y a l'eau de cristallisation.

Peut-être y a-t-il dans plusieurs de ces pierres, sur-tout dans les gemmes, des acides qui nous sont encore inconnus.

Chacune des pierres de cette division contient, le plus souvent, les quatre espèces de terres principales, & quelques chaux métalliques. Mais il y a toujours une de ces terres qui domine : & c'est ce qui détermine les genres.

La terre quartzeuse prédomine dans toutes les pierres quartzeuses. Car les pierres quartzeuses, proprement dites, en sont presque uniquement composées.

Les gemmes contiennent moins de terre quartzeuſe que les précédentes, & plus de terre argileuſe.

La terre argileuſe eſt encore plus abondante dans les ſchorls.

La terre magnéſienne eſt en aſſez grande quantité dans les pierres de ce nom, pour leur donner ſon caractère.

Enfin, l'argile domine aſſez dans les pierres argileuſes, pour qu'elles en prennent le caractère. Elles durciſſent au feu.

Nous allons examiner chacune de ces pierres en particulier, en rapportant les analyſes qu'on en a données, quelqu'imparfaites qu'elles ſoient.

DES PIERRES QUARTZEUSES.

§. CXXXII. J'appelle pierres quartzeuſes celles où domine la terre quartzeuſe. Ces pierres formeront deux ſous-diviſions, dont la première contiendra :

1°. Le quartz.

2°. Le grès.

3°. Le ſilex.

4°. L'agate.

5°. La calcédoine.

6°. Le cacholong.

7°. L'hydrophane.

8°. L'opale.

9°. Le pechstein.

10°. La chrysoprase.

11°. Le prase.

12°. Le jaspe.

13°. Le zinople.

La seconde division renfermera :

14°. Le pétrosilex.

15°. Le lazulite.

16°. La zéolite.

17°. Le feld-spath { opaque. / transparent ou adulaire. / adulaire acolé, ou schorl blanc. }

La nature de ces pierres est encore fort peu connue. Les analyses qu'on en a faites laissent beaucoup à desirer. Cependant je vais les rapporter telles que les ont donné les plus habiles chimistes. La terre quartzeuse domine dans tout ce genre de pierre.

§. CXXXIV. Le quartz le plus pur cristallisé, ou cristal de quartz, communément appelé cristal de roche, donne à l'analyse :

Terre quartzeuse	0,93.
Terre argileuse	006.

Terre calcaire	001.
Chaux de fer	00$\frac{1}{3}$.

Cette analyse est imparfaite, puisque le quartz contient un acide, qui se dégage en grande abondance lorsqu'on fond le quartz.

Sa pesanteur spécifique est 26530.

Sa dureté est 1300.

Les quartz laiteux, gras, colorés, contiennent moins de parties quartzeuses, & plus des autres terres, peut-être de la magnésie.

Le hornstein des Allemands doit être rangé parmi ces derniers quartz. C'est une pierre quartzeuse opaque.

Les grès ne sont ordinairement qu'une réunion de parties quartzeuses liées par un ciment quelconque, siliceux, argileux, calcaire ou ferrugineux. Leur analyse variera par conséquent, suivant la nature de ce ciment.

§. CXXXV. Le silex ou caillou diffère peu du quartz, quant à ses principes. Il contient seulement une plus grande quantité de terre argileuse combinée. Wiegleb a retiré d'un silex :

Terre quartzeuse	0,80.
Terre argileuse	0,18.
Terre calcaire	0,02.

Il ne parle pas de la partie ferrugineuse qui y existe toujours, ni de son acide.

On doit encore obſerver que la nature des ſilex n'eſt pas toujours la même, & que par conſéquent les analyſes qu'on en donne doivent varier un peu, quand même elles auroient d'ailleurs toute la perfection dont elles ſont ſuſceptibles. Cependant on peut regarder comme certain que cette pierre né diffère du quartz que par une moindre quantité de terre quartzeuſe, & une plus grande quantité de terre argileuſe qui empêche le ſilex de criſtalliſer.

Sa peſanteur ſpécifique eſt 25940.

Sa dureté eſt 1250.

Ce ſilex, réduit en verre, donne beaucoup de fluides aériformes.

L'agate, la calcédoine, le cacholong, l'hydrophane, l'opale, ne ſont que des eſpèces de ſilex. Leurs principes conſtituans ſont à-peu-près les mêmes que ceux du ſilex.

Bergman a retiré de la calcédoine de Ferroë:

Terre quartzeuſe	0,84.
Terre argileuſe	0,16.

Il ne parle point de la terre calcaire ni du fer, qui paroiſſent devoir y exiſter. Auſſi Wiegleb a-t-il retiré d'une autre calcédoine :

Terre quartzeuſe	0,89.
Terre argileuſe	0,02.
Terre calcaire	0,03.
Chaux de fer.	0,05.

Bindheim

Bindheim a retiré d'une autre calcédoine :

Terre quartzeuſe	0,84.
Terre argileuſe	0,02.
Terre calcaire	0,12.
Chaux de fer	0,02.

La peſanteur ſpécifique de la calcédoine eſt 26150.

Sa dureté eſt 1250.

L'analyſe de l'agate eſt à-peu-près la même que celle de la calcédoine. Mais elle varie davantage, à raiſon de la denſité des agates, qui ſont ou plus pures, comme les orientales, ou plus chargées de parties étrangères, comme les mokos, les herboriſées, les mouſſeuſes, les agates-jaſpes...

L'hydrophane ne diffère des pierres précédentes que parce que ſon tiſſu, plus lâche, peut admettre de l'eau, qui la rend tranſparente, ou de la cire fondue, ou tout autre corps fluide. Ses principes ſeront donc les mêmes que ceux de ces pierres.

Wiegleb a retiré d'une hydrophane :

Terre quartzeuſe	0,83.
Terre argileuſe	0,05.
Chaux de fer	0,01.
Eau	005.

Cette analyſe paroît incomplète, puiſqu'on

n'y parle point de la terre calcaire, ni des fluides aériformes.

Sa pesanteur spécifique est 17500.

Sa dureté est 1100.

L'opale a encore beaucoup de rapports avec les agates & les calcédoines. Nous n'en avons point d'analyses bien faites. On peut y supposer les mêmes principes que dans les pierres précédentes; par conséquent elle doit être composée de terre quartzeuse, de terre argileuse, de terre calcaire, & de chaux de fer.

Sa pesanteur spécifique est 19500.

Sa dureté est 1100.

Le girasol n'est qu'une espèce d'opale.

Toutes ces espèces de pierres fondues donnent beaucoup de fluides aériformes.

Le pechstein, ou pierre de poix, doit encore être rangé dans cette classe. Wiegleb en a retiré :

Terre quartzeuse	0,90.
Terre argileuse	0,07.
Chaux de fer	003.

Cette pierre doit contenir une portion de terre calcaire, moins de terre quartzeuse, & des fluides élastiques.

Sa pesanteur spécifique varie depuis 26000 jusqu'à 20500.

Sa dureté est 1050.

Il y a des pechsteins qui contiennent de la magnésie, & qui peut-être devroient être rangées dans les pierres magnésiennes.

La chrysoprase a toutes les qualités des pierres précédentes, dont elle ne diffère que par sa couleur verte, & sa cassure semblable à celle de la cire.

Klaproth en a retiré :

Terre quartzeuse	0,96.
Terre argileuse	000 ½.
Terre calcaire	0,01.
Chaux de fer	000 ½.
Chaux de nikel	0,01.

Je présume qu'il devoit y avoir moins de terre quartzeuse.

Sa pesanteur spécifique est 26000.

Sa dureté est 1000.

La chrysoprase, avec l'alkali, fond avec dégagement de fluides aériformes.

Le prase est, suivant les uns, une variété de la chrysoprase ; suivant les autres, un quartz coloré en vert, vraisemblablement par le nickel.

Sa pesanteur est 26800.

Sa dureté est 1100.

Le jaspe n'est peut-être qu'une agate opaque, comme on en peut juger par les jaspes-agates. Il contient seulement plus d'argile & plus de fer. On a retiré d'un jaspe :

Terre quartzeuſe . . . . 0,54.
Terre argileuſe . . . . . 0,30.
Chaux de fer . . . . . 0,16.

L'analyſe paroît incomplète, puiſqu'elle ne donne point de terre calcaire, ni de fluides aériformes. Au reſte, il y a tant de variété dans les jaſpes, que leurs principes conſtituans ne doivent pas être conſtamment les mêmes.

Sa gravité ſpécifique eſt 27000.

Sa dureté eſt 1100.

Le zinople n'eſt qu'une variété de jaſpe.

Le jaſpe, mêlé avec l'alkali, fond avec dégagement de fluides aériformes.

§. CXXXVI. La zéolite avoit été regardée, pendant long-tems, comme une matière volcanique. Mais il eſt bien reconnu aujourd'hui que cette idée eſt erronée, puiſque la zéolite ſe trouve dans des endroits où il n'y a jamais eu de volcan. J'ai de la zéolite avec de l'argent rouge criſtalliſé, trouvée au Hartz. Cette ſubſtance eſt une de celles de la ſeconde ſous-diviſion des pierres quartzeuſes : car la terre quartzeuſe y eſt en moindre quantité que dans la plupart des autres pierres de cette claſſe. Bergman a retiré de la zéolite rouge d'Edfors :

Terre quartzeuſe . . . . 0,60.
Terre argileuſe . . . . . 0,18.

Terre calcaire . . . . 0,18.
Eau . . . . 0,04.

Il doit y avoir une portion de fer qui la colore.

Sa gravité ſpécifique eſt 27000.

Sa dureté eſt 1000.

La zéolite bouillonne en fondant, & donne un verre poreux; ce qui ne permet pas de douter qu'elle ne contienne un fluide aériforme.

La prehnite doit être regardée comme une zéolite. Elle fond également en bouillonnant, mais pas tout-à-fait autant que la zéolite de Ferroë.

Au reſte, il paroît certain que les différentes ſubſtances, appelées *zéolites*, ont quelques différences entr'elles. Ainſi je diſtinguerai :

1°. La zéolite commune qui criſtalliſe en priſme tetraèdre rectangulaire, terminé par une pyramide tétraèdre à faces triangulaires, qui naiſſent ſur les faces du priſme.

2°. Une ſeconde variété qui criſtalliſe en priſme tétraèdre applati rectangulaire, terminé par une pyramide à faces trapézoïdales, qui naiſſent ſur les angles du priſme.

3°. Troiſième variété qui eſt cubique.

4°. Variété dont la forme dérive d'un cube coupé en biſeau ſur quatre faces, en ſorte

qu'elle a la forme de deux coins réunis par leurs bafes.

5°. Zéolite, que Dolomieu appelle dure. Il l'a trouvée à l'Etna. C'eft un cube dont chacun des huit angles eft tronqué par trois faces triangulaires; ce qui forme un criftal à trente facettes.

6°. Prehnite du Cap, elle eft criftallifée irrégulièrement en faifceaux. Elle fond avec un peu moins de facilité que la zéolite ordinaire, & bouillonne moins.

La prehnite du Dauphiné eft criftallifée comme celle du Cap. Mais on y diftingue les lames rhomboïdales dont elle eft formée. Ces lames font des prifmes droits rhomboïdaux, dont les angles font 92° & 88°.

Il paroîtroit que la prehnite & la zéolite dure diffèrent des autres efpèces.

CHABASIE. Cette fubftance eft encore peu connue. Elle a été apportée d'Allemagne.

Sa couleur eft blanche; fa furface eft fouvent tachée par de l'ocre rouge.

Elle eft opaque.

Sa dureté eft 1000.

Elle fond en bouillonnant, mais moins que la zéolite.

Elle criftallife comme le fpath calcaire lenticulaire, c'eft-à-dire, qu'elle eft compofée

de deux pyramides trièdres à faces qu'on peut ſuppoſer rhomboïdales, leſquelles pyramides ſont jointes baſe à baſe en alternant.

Mais chaque arète de la pyramide eſt diviſée par une ſection pentagone, ce qui donne ſix faces à chaque pyramide. L'angle que fait cette ſection avec une des faces de la pyramide, eſt de 97° 30′.

Chacune des ſix arètes des baſes des pyramides eſt diviſée en trois, par une ſection trapézoïdale qui coupe l'extrémité inférieure de la face pentagonale dont nous venons de parler. Ce qui fait un criſtal à trente facettes. Chacune des grandes faces de la pyramide, que nous avons ſuppoſée rhomboïdale, ſe trouve avoir ſept côtés.

On a rangé cette ſubſtance parmi les zéolites.

§. CXXX[illegible]II. Le feld-ſpath eſt un des élémens les plus abondans des granits & des porphyres. Scopoli a retiré des feld-ſpaths de Baveno :

Terre quartzeuſe	0,63.
Terre argileuſe	0,17.
Magnéſie	0,06.
Terre calcaire	0,02.
Chaux de fer	0,07.
Eau & perte	0,05.

Tous les feld-ſpaths ne donnent pas de la magnéſie.

Le feld-ſpath, fondu ſeul, donne un verre rempli de petites bulles, & par conſéquent contient un fluide aériforme.

L'adulaire, qui eſt un feld-ſpath tranſparent, a donné à Morel :

Terre quartzeuſe	0,62.
Terre argileuſe	0,19.
Magnéſie	0,05.
Sélénite	0,10.
Eau	0,02.

La peſanteur ſpécifique du feld-ſpath eſt 25500.

Sa dureté eſt 1100.

Toutes les ſubſtances, appelées *feld-ſpaths*, n'ont pas la même fuſibilité. Ainſi, il paroît qu'il en faudra faire des ſous-diviſions.

1°. Le feld-ſpath commun des granits.

2°. Un feld-ſpath gras, décrit par Dolomieu. Il a l'aſpect auſſi gras que la pierre de lard. Il eſt vraiſemblable qu'il contient une grande quantité de magnéſie.

3°. L'adulaire qui eſt plus dure & fond plus difficilement que le feld-ſpath commun.

4°. L'adulaire maclée, plutôt accolée, formée de deux criſtaux réunis. Elle eſt moins dure & plus fuſible que l'adulaire.

L'adulaire contient un fluide elaſtique, & fond en bouillonnant.

§. CXXXVIII. Le pétro-ſilex appartient bien évidemment à cette claſſe. D'habiles minéralogiſtes le regardent comme du feld-ſpath en maſſes. Mais le feld-ſpath criſtalliſe avec tant de facilité, qu'il feroit bien ſingulier que ſi le pétro-ſilex étoit du feld-ſpath, on ne le trouvât jamais criſtalliſé. Kirwan en a retiré :

Terre quartzeuſe	0,72.
Terre argileuſe	0,22.
Terre calcaire	0,06.

Il ne parle pas de la chaux de fer qui doit y être, ni de la magnéſie que j'y ſoupçonne également, ni des élaſtiques fluides.

Cependant le pétro-ſilex fondu donne un verre rempli de bulles ; ce qui annonce qu'il contient de ces fluides.

Sa peſanteur ſpécifique eſt 26500.

Sa dureté eſt 1100.

Le lazulite, *lapis lazuli*, me paroît être un pétro-ſilex coloré en bleu par le fer. Nous n'en avons point d'analyſes bien faites.

Sa peſanteur ſpécifique eſt 27600.

Sa dureté eſt 1050.

Le lazulite donne un verre rempli de bulles, & par conſéquent contient des fluides élaſtiques.

matière quartzeuſe ou ſiliceuſe, qui coule à travers la craie, & va former le caillou, en déplaçant une portion de craie.

§. CXL. Mon opinion ſe rapproche de celle-ci. Je ne crois point que les cailloux ſoient formés de la craie convertie en matière ſiliceuſe. Car, 1°. nous n'avons aucun fait qui prouve cette converſion des terres les unes dans les autres.

2°. Les agates, qui ont de ſi grands rapports avec les ſilex, ſe trouvent à Oberſtein, en Écoſſe & en pluſieurs autres endroits, dans des matières qui ne ſont point de la craie.

3°. La formation du jaſpe prouve la même choſe. Car, comme l'on ſait, les jaſpes ont les plus grands rapports avec les agates, puiſqu'il y a des agates jaſpées & des jaſpes agatiſés. Or, les jaſpes ſe trouvent dans plusieurs eſpèces de terreins.

4°. L'hydrophane, l'opale, le pechſtein, ont les plus grands rapports avec les agates & les ſilex, comme le prouvent leurs analyſes & leurs autres qualités. Or, ces pierres ne ſe rencontrent point dans la craie, ou au moins ſe trouvent dans pluſieurs autres terres. Il faut donc chercher une explication de leur formation qui convienne à toutes également. Voici celle qui me paroît ſatisfaire le mieux à tous les phénomènes.

La craie, les terres calcaires & les autres qui renferment ces pierres, contiennent toutes une plus ou moins grande quantité de terre quartzeuse pure, laquelle se dissout facilement dans les acides les plus foibles, par conséquent, dans l'air fixe. Des eaux filtrant à travers ces terres, & chargées d'une portion d'air fixe, dissolvent cette terre quartzeuse, & viennent la déposer sous forme de silex, d'agate, de jaspe, d'hydrophane, d'opale, de pechstein..... au milieu de ces terres, qui cèdent peu-à-peu à l'instant du dépôt. Nous savons que des gypses, des pyrites, & d'autres cristaux se déposent également au milieu d'argiles, de marnes, de craies.... qui cèdent peu-à-peu pour faire place à ces dépôts cristallisés. Nous avons à Mesnil-Montant, auprès de Paris, beaucoup de gypse cristallisé ainsi dans des argiles marneuses.

Lorsque cette terre quartzeuse ainsi charriée à travers ces terres, sera presque pure, elle formera des quartz cristallisés sous forme de cristaux de roche, ou non cristallisés.

Sera-t-elle chargée d'une plus grande portion de terre argileuse & de terre calcaire? elle formera les silex.

Contiendra-t-elle une portion de fer plus

ou moins considérable avec ces terres? on aura des agates colorées.

Si la portion de fer est plus considérable, ainsi que l'argile, le composé sera opaque, & on aura des agates jaspées & des jaspes.

L'hydrophane ne sera qu'une espèce d'agate très-poreuse.

Le pechstein diffère peu de l'hydrophane. Peut-être contient-il toujours une partie de magnésie, qui lui donne cette espèce d'onctuosité.

Enfin, l'opale n'est qu'une agate poreuse ou hydrophane fendillée, & qui, à raison de ces petites fentes, a ce beau jeu de couleurs.

Toutes ces pierres ont des caractères bien prononcés; elles sont dures, donnent des étincelles vives lorsqu'elles sont frappées avec l'acier, & enfin sont infusibles à un grand degré de feu. Elles ne fondent que lorsque le feu a la plus grande force.

§. CXLI. Les autres pierres de cette classe ont des caractères particuliers qui les rapprochent plus des classes suivantes. Leur dureté est moindre, & elles sont très-fusibles.

Le feld-spath a peu de dureté & fond à une légère chaleur, qui varie suivant les espèces.

La zéolite a plus de rapports avec le feld-ſpath. Son *facies* nacré indique qu'elle contient de la magnéſie, comme le feld-ſpath. Elle eſt très-fuſible.

Le pétro-ſilex eſt regardé par des ſavans naturaliſtes comme une eſpèce de feld-ſpath; mais il n'en a aucun des caractères. Ce dernier, quoique criſtalliſé en maſſe, & confuſément, ſe préſente toujours ſous forme lamelleuſe. Le pétro-ſilex, au contraire, n'eſt jamais en lames. Il a une caſſure qui rapproche beaucoup plus de celle de la pierre de corne ou de la baſe du porphyre. Son grain eſt ſi fin qu'on le compare à de la cire.

Je penſe donc que le pétro-ſilex a plus de rapport avec la baſe du porphyre qu'avec aucune autre pierre. Or, la baſe du porphyre, ſuivant moi, n'eſt point du feld-ſpath, c'eſt un mélange des élémens du granit, excepté le feld-ſpath qui s'y trouve criſtalliſé.

L'analyſe du pétro-ſilex eſt aſſez rapprochée de celle de la baſe du porphyre.

Cependant je crois que le pétro-ſilex eſt différent de cette pâte, comme je le prouverai (§. CLIX, CLX).

Le lazulite me paroît un pétro-ſilex coloré en bleu.

Toutes ces dernières eſpèces de pierres, le feld-ſpath, la zéolite, le pétro-silex, le lazulite.... diffèrent des quartz, agates, ſilex, jaſpes... & doivent faire une ſeconde diviſion parmi les pierres quartzeuſes.

DES GEMMES.

§. CXLII. De toutes les productions minérales, les gemmes ont été les plus eſtimées par les hommes, comme objet de luxe. Elles n'ont néanmoins aucune utilité réelle. Leur volume eſt toujours trop peu conſidérable pour en faire des inſtrumens d'utilité. Leur éclat, ſuite de leur dureté, eſt la ſeule choſe qui les faſſe rechercher.

J'ai placé au nombre des gemmes :

1°. Le diamant.
2°. Le ſaphir.
3°. Le rubis.
4°. L'émeraude.
5°. L'aigue-marine.
6°. L'euclaſe.
7°. La chryſolite.
8°. La cymophane.
9°. La topaze du Bréſil.
10°. Le chryſoberil ou topaze de Saxe.

11°.

11°. Le béril ou topaze de Sibérie.
12°. Le péridot.
13°. L'hyacinthe.
14°. L'andreasbergolite.
15°. L'olivin.
16°. Le grenat.
17°. Le leucite.
18°. La grenatite.
19°. La ſtaurolite ou pierre de croix.
20°. Le jargon.
21°. Le corrindon ou ſpath adamantin.

Ces deux dernières paroiſſent des pierres particulières.

Dans ces dix-neuf variétés de gemmes, la terre quartzeuſe y eſt en moindre quantité que dans les pierres quartzeuſes proprement dites.

L'analyſe de ces pierres a été faite par les plus habiles chimiſtes; néanmoins elle laiſſe encore beaucoup à deſirer, puiſqu'il n'y eſt point queſtion des fluides aériformes, ni des acides.

§. CXLIII. Le diamant, par ſa combuſtibilité paroît faire une ſubſtance particulière, que Bergman a même rangée parmi les corps combuſtibles. Mais Hœpfner a fort bien remarqué que la diſparition du diamant pourroit n'être qu'une volatiliſation.

Bergman lui-même a reconnu dans cette substance, la terre quartzeuse. « L'action, » quoique très-lente de l'alkali sur le diamant, » indique assez qu'il contient une terre vi- » trifiable, mais singulièrement masquée & » déguisée. Les précipités ont donné une terre » dissoluble dans les acides ».

Le diamant ne s'est encore trouvé qu'à Golconde & à Visapour, aux grandes Indes, & au Brésil.

Il est toujours enveloppé d'une espèce de terre ferrugineuse.

Le diamant contiendroit-il du fer ou tout autre corps combustible, uni à une terre quartzeuse ?

On pourroit présumer que c'est un acide analogue aux acides métalliques & qui est combiné avec la terre quartzeuse. Cet acide pourroit être combustible en se révivifiant au grand feu ou être volatil.

La terre quartzeuse, dégagée de cet acide, seroit soluble dans les autres acides, comme l'est celle qui est dans le quartz, lorsque l'acide quartzeux est dégagé.

Peut-être le diamant contient-il une terre particulière, comme le corrindon & le jargon.

Sa dureté est 2500.

Sa pesanteur spécifique est 35200.

Le diamant ne fond pas, parce qu'il eſt combuſtible ou volatil au degré de chaleur qui pourroit le fondre. Mais ſa combuſtion eſt accompagnée de bouillonnement. « J'ai vu alors » par intervalles, un bouillonnement très-vif » à ſa ſurface ». Sauſſure. *Journal de phyſique* 1785, *pag.* 411.

§. CXLIV. Le ſaphir eſt la ſeconde des pierres gemmes par ſa dureté. Il y en a de toutes ſortes de couleurs.

Bergman a retiré d'un ſaphir, par l'analyſe :

Terre quartzeuſe	0,35.
Terre argileuſe	0,58.
Terre calcaire	0,05.
Chaux de fer	0,02.

Sa dureté eſt 2100.

Sa peſanteur ſpécifique 42000.

Le ſaphir fond par le moyen de l'air pur. Lavoiſier ayant expoſé à cet air un ſaphir blanc, il ſe diviſa en trois morceaux . . . . . . qui ont bouillonné à leur ſurface, ſe ſont ramollis, & ſe ſont agglutinés au point de ne plus former qu'un globule rond. *Eſſai de l'art de fuſion par l'air vital*, pag. 326.

Le rubis eſt une des gemmes les plus eſtimées. Il ſe trouve en beaucoup d'endroits, aux Indes & en Europe.

Bergman en a retiré :

Terre quartzeuſe	0,39.
Terre argileuſe	0,40.
Terre calcaire	0,09.
Chaux de fer	0,10.

La peſanteur ſpécifique du rubis, eſt de 37600.

Sa dureté eſt de 1600.

Le rubis fond difficilement : cependant plusieurs rubis chauffés par le moyen de l'air pur, s'agglutinent.

L'émeraude eſt une gemme ordinairement d'un beau vert. J'en ai cependant vu de blanches. Les plus belles viennent du Pérou. On en trouve néanmoins ailleurs, comme en Bourgogne, en Forès, en Corſe.

Bergman en a retiré par l'analyſe :

Terre quartzeuſe	0,24.
Terre argileuſe	0,60.
Terre calcaire	0,08.
Chaux de fer	0,06.

Sa peſanteur ſpécifique eſt 27700.

Sa dureté eſt 1500.

L'émeraude a une chaleur violente, donne un verre poreux, ce qui annonce qu'elle contient des fluides élaſtiques (1).

(1) Eſſai d'un art de fuſion, pag. 210.

L'aigue-marine a ordinairement la couleur d'un vert clair. Il y en a cependant de parfaitement blanches. Elle eſt très-commune en Sibérie.

Bindheim en a retiré :

Terre quartzeuſe	0,64.
Terre argileuſe	0,24.
Terre calcaire	0,08.
Chaux de fer	0,01.

Sa peſanteur ſpécifique eſt 27700.

Sa dureté eſt 1400.

L'aigue-marine, à une chaleur violente, donne un verre poreux.

L'euclaſe eſt une pierre encore peu connue. Sa couleur eſt ordinairement d'un vert gai. La poſition de ſes lames eſt parallèle à l'axe.

L'analyſe n'en a pas été faite.
Sa peſanteur ſpécifique eſt 30990.
Sa dureté eſt 1400.

La chryſolite eſt d'un vert d'or ou jaunâtre. Achard en a retiré :

Terre quartzeuſe	0,15.
Terre argileuſe	0,64.
Terre calcaire	0,17.
Chaux de fer	0,01.

Il eſt vraiſemblable qu'il y a ici quelqu'er-

reur, & que la terre quartzeuse est plus abondante dans cette pierre.

Sa gravité spécifique est 30990.

Sa dureté est 1200.

La chrysolite fond en bouillonnant (1) & par conséquent contient des fluides élastiques.

La cymophane avoit été regardée comme une chrysolite laiteuse, ou plutôt qui a un jeu de couleur comme la pierre de lune. L'analyse n'en a pas été faite. On ne peut donc savoir si ses principes sont différens de ceux de la chrysolite. Mais elle est plus dure, & sa cristallisation est différente. Sa forme est un prisme tétraèdre rectangulaire avec une pyramide tétraèdre dont les faces trapézoïdales naissent sur les angles du prisme.

La forme de la chrysolite est un prisme hexaèdre avec une pyramide hexaèdre.

La dureté de la cymophane est 1400.

La topaze du Brésil est ordinairement d'un jaune orangé, quelquefois rougeâtre. Celle qui est jaune, rougit au feu; ce qui annonce la présence du fer.

L'analyse n'en a pas été faite.

Sa pesanteur spécifique est 35300.

Sa dureté est 1500.

---

(1) Art de fusion, pag. 211.

La topaze du Brésil fond en bouillonnant (1), ce qui y indique des fluides aériformes.

Le chrysobéril ou topaze de Saxe, est ordinairement d'un jaune léger. Bergman en a retiré :

Terre quartzeuse	0,39.
Terre argileuse	0,46.
Terre calcaire	0,08.
Chaux de fer	0,06.

Sa dureté est 1500.

Sa pesanteur spécifique est 35600.

Cette topaze fond avec bouillonnement (2), par conséquent elle contient des fluides aériformes.

Le béril ou topaze de Sibérie, est ordinairement blanc sans couleur.

L'analyse n'en a pas encore été faite.

Sa pesanteur spécifique est 26900.

Sa dureté est 1450.

Cette topaze fond en bouillonnant, ainsi elle renferme des fluides aériformes.

Le péridot est d'un vert d'herbe : son prisme est strié, applati, quelqnefois rectangulaire, le plus souvent octogone, & terminé par une py-

(1) Sauffure, *Journ. de Physique*, 1785. Art de fusion, pag. 209.

(2) *Ibidem.*

ramide tétraèdre laquelle souvent acquiert cinq, neuf, onze ou quinze faces, comme je l'ai fait voir, *Journal de physique 1794, cinquième cahier.*

Romé-de-Lisle avoit pris pour péridot, une tourmaline verte. C'est une erreur que j'avois commise avec lui dans la Sciagraphie.

L'analyse de cette pierre n'a pas été faite.

Sa pesanteur spécifique est 33500.

Sa dureté est 1200.

Le péridot contient des fluides aériformes, car il fond en bouillonnant.

L'hyacinthe est communément d'un rouge orangé. Elle est cependant quelquefois blanche. Bergman en a retiré :

Terre quartzeuse	0,25.
Terre argileuse	0,40.
Terre calcaire	0,20.
Chaux de fer	0,13.

Sa pesanteur spécifique est 36800.

Sa dureté est 1700.

L'hyacinthe donne un verre poreux (1).

Romé-de-Lisle dans sa cristallographie avoit placé parmi les hyacinthes plusieurs substances, qui, je crois, en sont différentes, & dont par

(1) Gerhard.

conſéquent je fais des ſubſtances particulières.

Premièrement, l'hyacinthe blanche de la Somma dont je parlerai (§. CLXXI) à l'article des pierres volcaniques.

Secondement, pluſieurs ſubſtances qui ſe trouvent également dans les volcans, et que j'ai nommées hyacinthines. J'en parlerai au (§. CLXXI).

L'andreasbergolite ou hyacinthe cruciforme ne s'eſt encore rencontré qu'à Andreasberg au Hartz. Heyer en a retiré :

Terre quartzeuſe	0,44.
Terre argileuſe	0,20.
Terre peſante	0,24.

Sage en a retiré beaucoup de terre calcaire.

Sa peſanteur ſpécifique n'eſt pas déterminée.

Sa dureté eſt 1400.

Elle fond en bouillonnant.

L'olivin ou chryſolite des volcans, eſt d'un vert jaunâtre. Gmélin en a retiré :

Terre quartzeuſe	0,54 $\frac{1}{2}$.
Terre argileuſe.	0,40.
Chaux de fer	0,03 $\frac{1}{2}$.

Sa dureté eſt 1200.

Cette pierre fond facilement & donne un verre poreux.

Le grenat eſt de toutes les gemmes la plus

commune. Elle eſt très-abondante dans certains granits.

Achard a retiré d'un grenat brun :

Terre quartzeuſe	0,48.
Terre argileuſe	0,30.
Terre calcaire	0,11.
Chaux de fer	0,10.

La peſanteur ſpécifique du grenat coloré eſt 44000.

Sa dureté eſt 1500.

Il fond en bouillonnant & donne un verre poreux.

Le LEUCITE de Werner, ou grenat blanc doit peut-être faire un genre différent de celui qui eſt coloré. Bergman a retiré du grenat blanc :

Terre quartzeuſe	0,55.
Terre argileuſe	039.
Terre calcaire	009.

La peſanteur ſpécifique du grenat blanc eſt 24600.

Sa dureté eſt 1500.

La ſtaurolite ou pierre de croix, eſt opaque. Sa couleur eſt d'un brun plus ou moins foncé, tirant ſur le rougeâtre.

Son analyſe n'a pas été faite.

Sa peſanteur ſpécifique eſt 32800.

Sa dureté eſt 1100.

Elle fond en verre poreux.

La granatite eſt demi-tranſparente, d'un brun plus ou moins foncé. Sa couleur eſt quelquefois verdâtre.

Wiégleb a retiré de cette dernière :

Terre quartzeuſe	0,36.
Terre calcaire	0,30.
Chaux de fer	0,28.

Elle doit contenir vraiſemblablement de la terre argileuſe.

Sa peſanteur ſpécifique eſt 32000.

Sa dureté eſt 1100.

Elle fond en verre poreux.

Toutes les gemmes ou pierres précieuſes, ne paroiſſent donc différer des pierres quartzeuſes, qu'en ce qu'elles contiennent plus de terre argileuſe & moins de terre quartzeuſe.

La terre calcaire y eſt aſſez abondante.

La chaux de fer ſe trouve dans quelques-unes en grande quantité.

Toutes ces terres y ſont comme dans les pierres quartzeuſes, combinées avec un acide, l'air fixe. Et preſque toutes en fondant, donnent un verre poreux, telles que le grenat, les topazes, l'émeraude... ce qui ne permet pas de douter qu'elles ne contiennent toutes des acides.

Il y a dans toutes du fer en quantité. Or,

ces chaux de fer contiennent de l'air pur & de l'air fixe.

La terre quartzeuse y est sans doute également combinée avec l'air fixe, ainsi que les autres terres.

§. CXLV. Dans ma méthode minéralogique, j'ai fait deux genres particuliers du jargon, & du corrindon ou spath adamantin, parce que Klaproth en a retiré deux terres, qu'il croit d'une nature particulière.

Le jargon lui a donné :

Terre circonicène	0,68.
Terre quartzeuse	031.
Chaux de fer	0,00 ½.
Chaux de nickel	0,00 ½.

Sa pesanteur spécifique est 44100.

Sa dureté est 1400.

Le jargon nous vient de Ceylan.

Le corrindon ou spath adamantin, se trouve dans le granit aux Indes, à la Chine, & on croit l'avoir rencontré en Europe.

Klaproth en a retiré :

Terre corrindonicène	0,68.
Terre quartzeuse	0,31 ½.
Fer & nickel	0,00 ½.

Sa pesanteur spécifique est 37100.

Sa dureté est 1400.

Les gemmes sont en si petite quantité dans

la nature, qu'on peut les regarder comme des substances isolées, qui sont presque accidentelles à la masse générale du globe. Il n'y a que les grenats qui sont un peu plus communs.

DES SCHORLS.

§. CLXVI. Nul genre n'est aussi confus parmi les minéralogistes que celui-ci. J'ai cherché à y répandre quelques lumières, & n'y ai laissé que les substances suivantes.

1°. Les tourmalines.

2°. Le ceylanite.

3°. Le cyanite, ou schorl bleu.

4°. L'yanolite, ou schorl violet.

5°. Le thallite, ou schorl vert.

6°. Le leucolite, ou schorl blanchâtre.

7°. L'oisanite.

8°. Le crispite.

9°. 10°. 11°. 12°. Quatre schors volcaniques (§. CLXXI).

J'ai renvoyé à la classe des pierres magnésiennes les autres substances qu'on avoit rangées parmi les schorls, telles que la trémolite, l'asbestoïde, ou schorl fibreux, l'hornblende, ou schorl lamelleux.

Les schorls forment mon troisième genre de

cette espèce de pierres, parce qu'ils contiennent moins de terre quartzeuse que les pierres quartzeuses, & les gemmes.

La tourmaline est une pierre *pyro-électrique*, c'est-à-dire, qui devient électrique en la chauffant.

Sa couleur varie.

La tourmaline du Brésil est d'un vert foncé & transparente. Il en est de bleues.

Celles de Ceylan sont d'un brun noir. Quelques-unes ont de la transparence; d'autres sont opaques. Mais un phénomène assez singulier, est que les premières n'ont plus cette transparence, lorsqu'on les regarde dans la direction de l'axe.

Les tourmalines d'Espagne & du Tirol sont presque toutes transparentes, & leur couleur est d'un brun plus ou moins foncé.

Parmi les *schorls* des granits, les uns sont de vraies tourmalines pyro-électriques & opaques, les autres lamelleux, sont des hornblendes.

L'analyse de la tourmaline du Brésil a donné à Bergman :

Terre quartzeuse	0,34.
Terre argileuse	0,54.
Terre calcaire	0,11.
Chaux de fer	0,05.

Il a retiré de la tourmaline de Ceylan :

Terre quartzeuſe	0,37.
Terre argileuſe	0,39.
Terre calcaire	0,15.
Chaux de fer	0,09.

Le même chimiſte a retiré de la tourmaline du Tirol :

Terre quartzeuſe	0,40.
Terre argileuſe	0,42.
Terre calcaire	0,12.
Chaux de fer	0,06.

Les tourmalines fondent en bouillonnant ; ce qui annonce dégagement des fluides élaſtiques.

Quelques-unes de ces tourmalines, chauffées au chalumeau, donnent un verre blanc, & d'autres un verre noir. J'ignore d'où vient cette différence.

La peſanteur ſpécifique des tourmalines eſt 30500.

Leur dureté eſt 1200.

La ceylanite. J'ai donné ce nom à une pierre noire qui ſe trouve avec les tourmalines de Ceylan, & qui paroît en différer (1).

Elle n'eſt pas pyro-électrique.

Elle eſt noire-opaque.

On n'en a pas fait l'analyſe.

---

(1) Journal de Phyſique 1792.

Sa forme cristalline a quarante-quatre facettes, & diffère de celle de la tourmaline.

Le cyanite, ou schorl bleu, est ordinairement d'un bleu pâle. L'analyse en avoit été faite par différens chimistes, qui en avoient retiré beaucoup de magnésie. Mais Saussure fils, qui lui-même y avoit trouvé de la magnésie, a reconnu postérieurement que cette magnésie étoit interposée entre les lames de cette pierre, & lui étoit étrangère. Voici sa nouvelle analyse :

Terre quartzeuse	0,29.
Terre argileuse.	0,55.
Terre calcaire	0,02.
Magnésie	0,02.
Chaux de fer	0,06.
Eau & perte	0,04.

Sa dureté est 1050.

Le cyanite fond difficilement.

L'yanolite, ou schorl violet, se trouve dans les montagnes primitives secondaires. Klaproth en a retiré :

Terre quartzeuse	0,55.
Terre argileuse	0,15.
Terre calcaire	0,09.
Chaux de fer	0,09.
Chaux de manganèse . . .	0,01.

Sa

Sa pesanteur spécifique est 33000.

Sa dureté est 1100.

Il fond en bouillonnant.

Le thallite, ou schorl vert, est d'un vert tendre, demi-transparent, & se trouve dans les terreins primitifs secondaires.

Son analyse n'a pas été faite.

Sa dureté est 1100.

Sa pesanteur spécifique est 34500.

Il fond en bouillonnant.

Le leucolite, ou schorl blanchâtre, est d'un blanc de lait, quelquefois opaque; d'autres fois demi-transparent. Il se trouve dans les mêmes terreins que les précédens.

L'analyse n'en a pas encore été faite.

Sa dureté est 1300.

Il fond en bouillonnant.

Oisanite. Cette substance, connue sous le nom de *schorl octaèdre du Dauphiné*, se trouve dans l'Oisans; c'est pourquoi je lui donne le nom d'*oisanite*, parce que le nom de *schorl* ne doit plus exprimer qu'un genre.

La couleur de cette substance est ordinairement d'un jaune noirâtre. Quelquefois le jaune domine; d'autres fois c'est le noir: enfin, il y en a de bleu.

La pierre a un certain éclat & du jeu.

Sa dureté est 1100.

Elle n'entre en fuſion qu'à un aſſez grand coup de feu.

Sa forme eſt un octaèdre alongé. Il eſt difficile de meſurer les angles, parce que les criſtaux ſont très-petits. Néanmoins l'angle que forment deux côtés oppoſés au ſommet de la pyramide, m'a paru être de 55°.

La CRISPITE. J'appelle ainſi la ſubſtance connue ſous le nom de *ſchorl rouge.* Elle ſe trouve au Mont-Criſpalt, chaîne du Saint-Gothard, & autres endroits des Alpes. Souvent elle eſt au milieu de gros morceaux d'un quartz tranſparent.

Sa couleur eſt d'un rouge aſſez vif.

Il eſt demi-tranſparent.

Sa dureté eſt 1100.

La forme de ſes criſtaux eſt un priſme hexaèdre, auquel je n'ai point apperçu de pyramide.

Celui qui ſe trouve au milieu des morceaux de quartz, a la figure de l'argent tricoté.

Il fond difficilement.

De tous ces ſchorls, le ceylanite, l'yanolite, le thallite, le leucolite, & l'oiſanite, ſont des productions particulières, & peu répandues.

Il n'y a que la tourmaline des granits, ou ſchorl des granits, qui ſe trouve en grande quantité, comme faiſant partie des granits.

Les schorls ne diffèrent des pierres quartzeuses & des gemmes, que parce qu'ils contiennent encore moins de terre quartzeuse que ces dernières, & plus de terre argileuse.

Ces différentes terres y sont combinées avec un acide, qui se dégage avec effervescence lorsqu'on les réduit en verre. Ce fluide paroît être de l'air fixe.

Cette classe des schorls est bien éloignée d'être portée à sa perfection. Les naturalistes y avoient renvoyé toutes les substances qu'ils ne connoissoient qu'imparfaitement. Mais aujourd'hui que la minéralogie fait de si grands progrès, il faudra distinguer soigneusement toutes ces pierres, en décrire les formes exactement, & en faire les analyses avec exactitude.

J'ai rangé, par exemple, parmi les schorls, le crispite, ou schorl rouge tricoté qu'on trouve dans différentes parties des Alpes, mais sur-tout au Saint-Gothard & dans ses rameaux. Il est cependant possible que cette substance appartienne plutôt à la classe des pierres quartzeuses; car elle ne fond au feu du chalumeau qu'à un degré considérable de chaleur.

Les naturalistes se servent sans cesse du mot *schorl en masse* pour exprimer différentes espèces de pierres qui sont ordinairement diverses espèces de cornéènes ou pierres de corne, ou

fouvent des trapps. Il faut bannir cette expreffion qui ne peut que caufer des erreurs.

Ils parlent auffi fouvent de fchorls lamelleux. Ces fubftances ne font ordinairement que des hornblendes.

Enfin ce qu'on a toujours appelé fchorl fibreux doit être rangé parmi les fubftances que j'appelle asbeftoïdes.

Il eft encore une autre fubftance qu'on appelle fchorl, & qui fe trouve dans les ftéatites du Zillerthal. C'eft une pierre magnéfienne à laquelle je donne le nom de *zillerthite*.

Quant aux fubftances qu'on a appelés fchorls volcaniques, il en eft de plufieurs efpèces, dont je parlerai à l'article des pierres volcaniques.

DES PIERRES MAGNÉSIENNES.

§. CXLVII. On appelle *pierres magnéfiennes* celles qui contiennent une certaine quantité de magnéfie, quoiqu'elle n'y domine pas. Mais néanmoins elle leur donne cet air particulier, qui lui eft propre, le gras, l'onctueux, & le brillant prefque nacré.

J'ai placé dans ce genre,

1°. La trémolite.

2°. Le mica.

3°. L'hornblende, ou ſchorl lamelleux.

4°. La cornéène ou pierre de corne.

5°. Le trapp.

6°. Le jade.

7°. La ſerpentine.

8°. L'ollaire.

9°. L'asbeſtoïde, ou ſchorl fibreux.

10°. L'asbeſte.

11°. La ſtéatite.

12°. Le zillerthite.

13°. Le talc.

La trémolite, ſubſtance que le P. Pini a trouvée ſur le mont Trémola, eſt fibreuſe comme l'asbeſtoïde. Quelquefois ſes fibres ſont un peu applaties. Klaproth en a retiré par l'analyſe :

Terre quartzeuſe	0,55.
Terre argileuſe	0,08.
Terre calcaire	0,10.
Magnéſie	0,13.
Air fixe	0,09.
Eau & perte	0,05.

Sa dureté eſt 1010.

La trémolite fond en bouillonnant.

Le mica eſt un des élémens les plus abondans du granit. On le trouve quelquefois iſolé en grandes maſſes. Il y a du mica noir, du jaune, & de l'argentin.

Le mica noir est composé :

Terre quartzeuse	0,38.
Terre argileuse	0,18.
Magnésie	0,20.
Chaux de fer	0,14.

Sa pesanteur spécifique est 29000.

Sa dureté est 550.

Le mica fondu donne un verre rempli de petites bulles.

Le mica en grandes lames, connu sous le nom de *verre de Moscovie*, est composé :

Terre quartzeuse	0,50.
Terre argileuse	0,05.
Magnésie	0,45.

Il doit contenir du fer & des fluides élastiques.

L'hornblende, ou schorl lamelleux, est, le plus souvent, d'une couleur sombre, cendrée. Cependant il y en a de vert, & d'autres couleurs. Il ne cristallise point régulièrement, mais est composé de lames. Il donne l'odeur terreuse lorsqu'on souffle dessus. Kirwan en a retiré :

Terre quartzeuse	0,37.
Terre argileuse	0,22.
Terre calcaire	0,02.
Magnésie	0,16.
Chaux de fer	0,23.

Sa dureté est 1000.

Sa pesanteur spécifique est 29000.

L'hornblende fondu donne un verre rempli de bulles.

La cornéène, ou pierre de corne, paroît peu différer de l'hornblende. Elle donne également l'odeur terreuse lorsqu'on l'humecte par la respiration. Saussure a retiré d'une pierre de corne :

Terre quartzeuse	0,51.
Terre argileuse	0,16.
Terre calcaire	0,08.
Magnésie	0,03.
Chaux de fer	0,12.

Cette pierre contient ordinairement plus de magnésie.

Sa dureté est 950.

Sa pesanteur spécifique 32000.

La cornéène donne un verre spongieux, & rempli de bulles.

Le trapp a beaucoup de rapports avec la cornéène; mais il est plus dur, & ne donne pas l'odeur terreuse. Sa fracture est en fragmens rhomboïdaux, qui représentent souvent les marches d'un escalier, d'où lui vient le nom de *trapp*, qui, en suédois, signifie escalier. Bergman en a retiré :

Terre quartzeuse	0,52.
Terre argileuse.	0,15.
Terre calcaire	0,08.
Chaux de fer	0,16.

Mais le trapp contient ordinairement de la magnésie, que j'estime en faire au moins les 0,06.

Sa gravité spécifique est 29800.

Sa dureté est 1000.

Le trapp donne un verre rempli de bulles.

Le jade est une pierre qu'on apporte toute travaillée de l'Orient. Sa nature est peu connue. Elle ne cristallise point.

Il y en a de verdâtre, d'autre qui est blanchâtre.

Son aspect gras me l'a fait placer parmi les pierres magnésiennes. Son analyse a donné:

Terre quartzeuse	0,47.
Terre argileuse	0,04.
Magnésie	0,38.
Terre calcaire	0,02.
Chaux de fer	0,09.

Sa gravité spécifique est 29600.

Sa dureté est 1090.

Avec l'alkali, il fond en bouillonnant.

On a trouvé en Suisse, en Corse, un vrai jade, mais pas aussi pur que l'oriental.

La serpentine tire son nom de la nature de ses couleurs, qui sont mélangées comme celles du serpent. Elle ne cristallise point. Bayer en a retiré :

Terre quartzeuse	0,41.
Magnésie	0,33.
Terre argileuse	0,10.
Terre calcaire	0,01.
Chaux de fer	0,05.

Sa pesanteur spécifique est 26000.

Sa dureté est 750.

La serpentine, en fondant, donne un verre rempli de bulles ; ce qui annonce dégagement des fluides élastiques.

La pierre ollaire est une espèce de serpentine, dont on fait des marmites. Celle qu'on emploie ordinairement dans le Tirol, est d'un gris blanc, avec des taches d'un gris plus foncé.

Toutes ces espèces de pierres sont tendres. Mais elles acquièrent beaucoup de dureté en les faisant chauffer.

L'asbestoïde, ou schorl fibreux, est composé de petits prismes alongés & comprimés, comme la zéolite fibreuse. Mais on ne sauroit distinguer la forme de ces prismes. Quelquefois ils sont parallèles ; d'autres fois ils sont divergens. Il y en a d'ondulés. Les Allemands les

mica, & cristallisent, comme lui, en lames hexagones, ou prismes hexagones.

Il y a des stéatites cristallisées en octaèdres, comme les cristaux de fer octaèdres de Suède. Mais il paroît que c'est le fer qui détermine cette cristallisation.

Il est des stéatites qui cristallisent en rhombes, comme le spath calcaire muriatique. Il paroît que c'est ce spath qui a déterminé la cristallisation de la stéatite.

On trouve encore des stéatites qui cristallisent comme le grenat. C'est le grenat qui détermine cette cristallisation.

Il y a des stéatites pulvérulentes, qu'on rencontre souvent avec les cristaux de quartz. Les uns sont d'un gris argentin, les autres sont verts. On appelle celles-ci *chlorites*. Hoepfner a retiré de la chlorite :

Terre quartzeuse	0,42.
Terre argileuse	0,06.
Magnésie	0,40.
Terre calcaire	0,01.
Chaux de fer	0,10.

Toutes les stéatites contiennent à-peu-près les mêmes principes.

Elles donnent toutes un verre rempli de bulles.

Le talc est la substance qui paroît contenir

la plus grande quantité de magnésie. Il est ordinairement par lames, & ne cristallise pas. Un des plus beaux talcs, qui vient de l'Asie mineure, contient :

Terre quartzeuse . . . . 0,50.
Magnésie . . . . 0,50.

Ces analyses, de la plus grande quantité des pierres magnésiennes, font voir qu'elles diffèrent des pierres quartzeuses, des gemmes & des schorls, en ce qu'elles contiennent moins de terre quartzeuse & de terre argileuse.

Mais la magnésie y est assez abondante ; c'est cette terre qui leur donne un caractère particulier de famille, le doux, le gras, & le nacré, qui les distinguent.

Toutes ces terres se trouvent ici, comme dans les pierres quartzeuses, combinées avec l'air fixe : car lorsqu'on fond au chalumeau la plupart des pierres magnésiennes avec le natron ou sans natron, il y a une assez vive effervescence, & le verre qu'on obtient est rempli de bulles.

Ces pierres, exposées au feu, acquièrent beaucoup de dureté, au point que celles qui étoient les plus tendres font feu avec le briquet.

Seroit-ce à raison de leur portion argileuse? Mais il y en a, tel que le beau talc, qui con-

tiennent peu ou même point de terre argileuse, & qui durcissent également.

Il paroît donc que cette dureté, que le feu leur donne, est due à la magnésie.

La cristallisation de toutes ces pierres est ordinairement confuse, & se présente ou en lames ou en filets alongés. Il n'y a que le mica, le zillerthite, & quelques stéatites qui aient des formes régulières.

Parmi les pierres magnésiennes, le mica, comme faisant partie des granits, est une des portions principales de la masse du globe.

Les cornéènes & trapps sont encore assez abondans. Il y en a plusieurs variétés, nous en parlerons ailleurs.

On trouve aussi beaucoup de serpentines. Mais les autres pierres de cette classe sont en moins grande quantité. Plusieurs même peuvent être regardées comme des productions particulières, ainsi que nous avons vu, que le sont plusieurs pierres quartzeuses, les gemmes, & la plupart des schorls.

DES PIERRES ARGILEUSES.

§. CXLVIII. Je n'ai laissé que les schistes au nombre des pierres argileuses. Il m'a paru que les autres pierres qu'on y avoit classées seroient mieux placées ailleurs. Bergman avoit mis dans cette classe les gemmes & les schorls ; mais nous avons vu qu'il falloit les ranger avec les pierres quartzeuses.

La nature des schistes est d'être lamelleux. Ils ont peu de dureté. Leur couleur varie prodigieusement. Ils durcissent au feu, comme l'argile...

On ne peut donner l'analyse de ces pierres ; elles diffèrent trop les unes des autres.

L'argile fait la base des schistes, quoiqu'il soit possible qu'elle y soit moins abondante que les autres terres ; mais elle leur donne son caractère.

Dans la plus grande partie des schistes, la terre calcaire est fort abondante, & quelquefois plus que l'argile.

D'autres schistes contiennent plus ou moins de magnésie.

Plusieurs schistes contiennent une grande quantité de terre quartzeuse. Elle est sur-tout

fort abondante dans les schistes quartzeux, *horn-fifers* des Allemands.

Mais il n'en est presque aucun en qui le fer ne soit très-abondant. Les ardoises particulièrement en contiennent beaucoup.

La manganèse se trouve aussi dans quelques schistes.

C'est d'après ces principes que j'ai divisé les schistes en cinq grandes classes.

Schistes quartzeux, *horn-fifers*, qui sont bien différens des knéis.

Schistes magnésiens micacés.

Schistes argileux.

Schistes calcaires.

Schistes martiaux.

L'argile fait la base des schistes. Aussi ces pierres ont-elles peu de dureté.

Cette terre y est-elle telle qu'elle vient d'être précipitée de l'alun ?

Ou y est-elle telle qu'elle se trouve lorsqu'elle a demeuré long-tems exposée à l'air ?

Je pense qu'elle y est sous les deux états.

La terre calcaire s'y trouve combinée avec l'air fixe : ce qui donne un peu plus de dureté aux schistes calcaires. Cependant elle peut aussi s'y rencontrer pure, ou à l'état de causticité.

La

La magnésie s'y trouve également combinée quelquefois avec l'air fixe, & d'autres fois pure.

La terre quartzeuse y est dans le même état que dans les quartzs, combinée avec l'air fixe. Aussi les schistes quartzeux sont-ils très-durs, & font feu avec le briquet.

Les chaux de fer y sont combinées avec l'air pur & avec l'air fixe. Elles adhèrent fortement aux différentes terres, comme on le voit dans les cimens faits avec la pouzzolane. C'est pourquoi les schistes, qui contiennent beaucoup de fer, ont une certaine dureté. Telles sont les ardoises.

On voit que les gemmes, les schorls, & les autres pierres, que Bergman avoit placés parmi les pierres argileuses, n'en ont aucune qualité. Celles-ci sont altérées par l'action du feu : au lieu que les vraies pierres argileuses y durcissent au point de donner des étincelles avec le briquet ; ce qui est le caractère de l'argile.

Toutes ces pierres cristallisent d'une manière confuse, & n'affectent jamais de formes régulières.

Les schistes fondent tous avec facilité : & cela n'est pas surprenant, puisqu'ils sont composés de différentes terres & de la chaux de

fer, qui se servent mutuellement de fondans. Le verre qu'ils donnent est cellulaire, & rempli de bulles; ce qui y annonce une grande quantité de fluides élastiques.

DE LA CRISTALLISATION DES PIERRES HOMOGÈNES QUI CONTIENNENT PLUSIEURS ESPÈCES DE TERRES, ET UN ACIDE OU PLUSIEURS ACIDES.

§. CXLIX. Les différentes terres qui composent ces pierres sont toutes combinées avec un acide quelconque, lequel je crois être l'air fixe. Elles peuvent s'unir ensemble sous toutes les formes possibles, & formeront autant de pierres différentes qu'il y a de combinaisons possibles entr'elles. Il seroit facile de trouver, par le calcul, le nombre de ces combinaisons.

On supposeroit d'abord des combinaisons, qui ne contiendroient que deux de ces cinq terres en égale quantité, ce qui donneroit dix combinaisons.

D'autres combinaisons ne contiendroient que trois de ces terres en égale quantité; ce qui donneroit neuf combinaisons.

De troisièmes combinaisons contiendroient quatre de ces terres en égale quantité ; ce qui donneroit quatre combinaisons.

Une quatrième combinaison contiendroit ces cinq terres.

Nous aurions en tout vingt-quatre combinaisons.

Mais ces terres peuvent se trouver en différentes quantités ; ce qui multiplie prodigieusement les combinaisons.

Nous allons donner quelques exemples de ces combinaisons.

Des schistes paroissent ne contenir que de la terre argileuse & des chaux de fer.

D'autres schistes contiennent trois terres, terre argileuse, terre quartzeuse, & chaux de fer.

De troisièmes schistes contiennent quatre terres, terre argileuse, terre calcaire, terre quartzeuse, chaux de fer.

De quatrièmes schistes contiennent les cinq terres, terre argileuse, terre quartzeuse, terre calcaire, terre magnésienne, chaux de fer.

Ces chaux de fer peuvent contenir plus ou moins d'air pur, plus ou moins d'air fixe.

Mais ces terres peuvent ne pas être en égale quantité dans la même substance. C'est ce que nous a fait voir l'analyse des différentes pierres,

des gemmes, des ſchorls, des pierres magnéſiennes, des pierres quartzeuſes....

En ſuppoſant, comme je le penſe, que ces pierres contiennent d'autres principes que ces terres & ces airs; ſavoir, du fluide lumineux, de la matière de la chaleur, des fluides électrique, magnétique . . . ces principes augmenteront le nombre des combinaiſons poſſibles.

Dolomieu a ſuppoſé que des terres compoſées pouvoient quelquefois ſe comporter comme des terres ſimples; ainſi, il ſuppoſe que

La *terre ſiliceuſe* eſt compoſée de terre quartzeuſe & de terre argileuſe.

La *terre talqueuſe* eſt compoſée de terre quartzeuſe & de magnéſie . . .

Que ces deux terres ſe comportent comme des terres primitives.

Si cette hypothèſe eſt fondée, ce ſeront de nouvelles combinaiſons.

C'eſt dans le mécaniſme de ces combinaiſons nombreuſes, que conſiſte la formation des pierres de cette diviſion, que nous ne connoiſſons pas encore toutes, & qu'il ſera toujours très-difficile de diſtinguer, parce que ce ſont des compoſés qui varient ſans ceſſe.

L'imperfection même de nos analyſes a pu

nous tromper ſur un grand nombre de ces ſubſtances ; car il en eſt dont il eſt difficile de découvrir la nature par l'analyſe. Ce ſont celles qui contiennent une terre qu'on peut regarder comme leur étant étrangère. Des criſtaux de quartz, par exemple, ſont colorés par la chlorite, laquelle n'eſt qu'interpoſée entre les molécules du criſtal, & lui eſt abſolument étrangère. L'analyſe qu'on feroit de ce criſtal ſeroit donc abſolument incomplète, puiſqu'elle donneroit pour principes du quartz ceux de la ſtéatite.

Dans ce quartz on apperçoit facilement que la chlorite lui eſt étrangère. Mais, dans des ſubſtances opaques, comme les pierres argileuſes, magnéſiennes . . . cette interpoſition d'une terre hétérogène ne pourroit être découverte. Sauſſure fils a fait voir que de la ſtéatite interpoſée entre les lames d'un cyanite, avoit induit en erreur les chimiſtes qui l'avoient analyſé.

Ces difficultés doivent rendre circonſpect le chimiſte dans l'analyſe de ces pierres, & lui faire rechercher les moyens pour ſe préſerver de l'erreur.

Toutes ces différentes combinaiſons ſe ſont opérées dans la maſſe générale des eaux, qui en tenoient tous les principes en diſſolution.

Quelques-unes se sont faites en grande eau; d'autres dans des lieux retirés, & qui jouissoient d'un grand repos.

Elles ont cristallisé ensuite, suivant les loix des affinités.

Là, les pierres quartzeuses.

Ici, les gemmes.

Ailleurs, les schorls.

Dans d'autres endroits, les pierres magnésiennes.

Plus loin, les pierres argileuses.

Fin du Tome premier.

